રસાયનવિદ્યા કળાઓની માતા છે.

દ્રુતવિલંબિત છંદ.

વિવિધ વસ્તુ બને રસયેાગથી, જગત થાય સુખી સુખભેાગથી;
બહુકલાતણું મૂળ રહ્યું જહીં, સબળ શાસ્ત્ર રસાયન તે સહી.

રસાયન વિદ્યાનું થેાડું જ્ઞાન વાંચનારને આપવાની ઇચ્છા હતી. પરંતુ વિચાર કરતાં એમ લાગ્યું કે જાણવા જેવા પ્રયેાગેા સ્હેલાઇથી કરી બતાવીએ તેની સાથે તે પ્રયેાગેામાં જોઇતા પદાર્થો બનાવવામાં કયી કયી ચીજોનેા કેવેા ઉપયેાગ કરવામાં આવ્યેા છે તે પણ સમજાવતા જવું, કારણકે તેમ થયેથી વાંચનારની મ્હેનત સાર્થક થાય એટલુંજ નહિ પણ એ વિદ્યા આપણા સુખના સાધનેા પૂરા પાડવામાં કેટલી બધી આગળ વધેલી છે તે પણ જાણવામાં આવે. પરંતુ એમ કરવા જતાં તેા આ ગ્રંથ બહુ મેા'ટેા થઇ જાય એમ લાગ્યું. તથા બીજી વિદ્યાઓનું રસમયવર્ણન કરવું રહી જાય તેથી આ વિદ્યાના વિષયેાને બીજી પ્રભામાં વર્ણન કરવા માટે રહેવા દીધા છે. હાલ માત્ર કલાઓનેા આ વિદ્યા સાથે કેવેા સંબંધ છે એટલુંજ જણાવીએ છીએ.

રસાયનવિદ્યા સેંકડો હુન્નરેાની માતા છે એમ કહેવામાં કશેા બાધ નથી. ઝીણામાં ઝીણાથી મેા'ટામાં મેા'ટા ધંધાઓમાં અને બનાવવામાં આવતા ઘણા પદાર્થોમાં તેમજ પદાર્થોને શેાભાવવાના કાર્યોમાં અને સુખ મેળવવાનાં સાધનેામાં એ વિદ્યાનેા ખાસ ખપ પડે છે. મીણબત્તી, જાતજાતની સીમીટેા, વિવિધ પ્રકારના રસાયની અર્કો, જૂદી જૂદી જાતના ધેાવાના તથા સાફ કરવાના પદાર્થો, વિવિધ રંગેા અને તેમાં ઉપયેાગી પદાર્થો, તરેહ તરેહવાર કાચ, જૂદા જૂદા ઢાળ ચ'ડાવવાનાં

પદાર્થો, જાત જાતની સાબુ, જૂદી જૂદી જાતના કાગળો, દીવાસળી, સુગંધી તેલો તથા પદાર્થો, જૂદી જૂદી જાતના સાબુઓ, ભાતભાતનું રંગબેરંગી દારુખાનું, વિવિધ ધાતુઓને શુદ્ધ કે મિશ્ર કરવાની રીતો, વારનીસ વગેરે વગેરે અસંખ્ય વસ્તુ બનાવવાની કલાઓ આ વિદ્યામાંથી ઉત્પન્ન થયેલી છે. આ બધું બનાવવામાં મોટાં કારખાનાંઓની જો કે મદદ લેવામાં આવે છે ખરી, તોપણ મૂળ વસ્તુઓના શોધો અને નવી બનાવટમાં ઉપયોગી સાધનો એ તો રસાયન વિદ્યાનાં અંગનાંજ છે. પાશ્ચાત્ય રસાયન વિદ્યાનું ખેડાણજ તે દેશોની જાહોજલાલીનું કારણ છે એમ કહેવામાં કંઈ અડચણ નથી.

રસાયન વિદ્યાના અભ્યાસથી થતા લાભો.

ઝૂલણા છંદ.

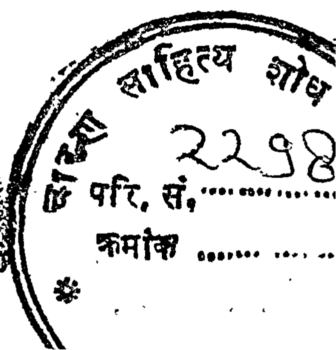
વિવિધ આ જગતની વસ્તુ શેની બની, તે બધાં મૂળ તત્ત્વો જણાવે,
એક વસ્તુ થકી બહુ બને શી રીતે, ભેદ તેનો ભલેરો ભણાવે;
મુખ્ય આ સૃષ્ટિમાં તત્ત્વ છે કેટલાં, ગણતરી તે તણી જે ગણાવે,
છે રસાયન સકળ શાસ્ત્રમાં શ્રેષ્ટ તે, ભ્રાન્તિ ટળવા ભણો સર્વ ભાવે. ૧

રસાયન વિદ્યાના બળથી નવાનવા પદાર્થો શોધી કા'ડવામાં આવે છે. અને તેથી મનુષ્યને સુખ મેળવવાનાં સાધનોમાં વધારો થાય છે. દાખલા તરીકે લોખંડનું પોલાદ બનાવવાની પ્હેલી રીત રસાયન વિદ્યાની મદદ વડે જડવાથી પોલાદ ઘણું બનતું થયું છે. વળી તે જ પ્રમાણે પાકા રંગો કરવાના કામમાં નવા નવા પદાર્થો શોધી કહાડવામાં એ વિદ્યાનો ઘણો ઉપયોગ થયો છે. એક રસાયન શાસ્ત્રી ડામરમાંથી કયા કયા પદાર્થો

બની શકે છે એ શોધતો હતો એટલામાં ખાંડથી ૨૫૦ ગણો ગળ્યો એક પદાર્થ તેને જડ્યો. રસાયન વિદ્યાના અભ્યાસથી ખેતીમાં પણ ઘણો સુધારો થયો છે, અને નવી નવી રીતો કામે લગાડવાથી યૂરોપ વગેરે દેશોમાં જમીન ઘણી ફળદ્રૂપ કરવામાં આવી છે.

વૈદક વિદ્યામાં આ વિદ્યાનો ખરેખરો ઉપયોગ થાય છે. શરીરપર શસ્ત્રક્રિયા કરવામાં આવે ત્યારે વેદના ન થાય અને પેટમાં ગયેલું ઝેર લોહી સાથે ન મળતાં બહાર નિકળી આવે એવી યુક્તિઓ પાર પાડવા માટે વૈદક વિદ્યાને રસાયન વિદ્યાએ ઘણી જ મદદ કરી છે. છબી પાડવાની કલામાં આ વિદ્યાની મદદથી બહુ સુધારા થયા છે. યુદ્ધકળામાં વધારે નાશકારક અને ભયંકર હોવાથી વધારે ઉપયોગી એવા એક પછી એક નવા નવા શોધો આ વિદ્યા વડે જ થયા કરે છે. રસાયન વિદ્યાના જ્ઞાનથી જે જે લાભો થયા છે એ સઘળા વર્ણવવા બેશીએ તો પાર આવે નહિ. પરંતુ ટુંકામાં એટલું તો કહ્યા વિના ચાલે એમ નથી કે આ વિદ્યાના બળથી હુન્નરો અને નવી બનાવટોને બહુ કીમતી અને અગત્યની મદદ મળી છે; અને તેથી આખી દુનિયાના સુધારાપર બહુ જબરી અસર થઈ છે અને મનુષ્ય જાતિનાં સુખ અને સામર્થ્ય (બળ)માં અત્યંત વધારો થયો છે.





આરોગ્યના ધોરણપર બંધાયલી ધર્મવ્યવસ્થા.

ઈન્દ્રવિજય છંદ.

છે નિયમો જગના સુખકાજ મનુષ્ય સમાજ વિષે ઠરિયા જે,
કારણ હીન નથી કદિ એક વિચારિ જુઓ ભલિભાતથી આજે;
કર્મ કશાં નથી મર્મ વિના કંઈ સૌ સ્થળ જ્ઞાનતણું બળ ગાજે,
નીમ નિયામકનો નિરખ્યો વિણ કારણ કાંઈ છતે નવ છાજે. ૧

દોહરો.

અંગરંગ બગડે નહીં, ને તન રહે નીરોગ;
મળ ટળવા બળ આપવા, પ્રાતઃસ્નાન પ્રયોગ. ૨

દરરોજ સ'વારમાં નહાવાની જરૂર હિંદુ લોકો માને છે. એ આચારમાં કેટલું બધું શાસ્ત્રીય સત્ય શમાયલું છે તે નીચેના મતપરથી સમજાશે. પ્રખ્યાત ડૉક્ટર હેન્રી શેવાસ પોતાનાં 'પત્નીઓને શીખામણ' નામના પુસ્તકમાં લખતાં શરીરનું આરોગ્ય સાચવવાને માટે તેમ જ મન પવિત્ર રાખવા માટે સ્નાન કરવાની આજ્ઞા કરે છે. 'દરરોજ સ'વારમાં નહાવાથી શારીરિક સુધારો થાય છે; સુખાકારી વધે છે એટલું જ નહિ પણ સદ્‌વૃત્તિ સ્ફુરે છે અને મન વધારે સ્વચ્છ તથા પવિત્ર થાય છે. અસુઘડ માણસોનાં મન પણ મલિન હોય છે.' આ પ્રમાણે એનું મત છે. શરીરપર કરવામાં આવતી ક્રિયાઓની મનપર અસર થાય છે એમ ઘણા ડૉક્ટરોનો અભિપ્રાય છે, તથા યુરોપીય વૈદ્યકનો પણ એજ મત છે. આ પ્રમાણે આ આચાર શરીરની બહારની શુદ્ધિ કરી મનને પવિત્રતા આપનારો હોવાથી, આપણે કહ્યા વિના ચાલતું નથી કે ધાર્મિક આચારમાં હિંદુ લોકોએ એની ગણત્રી કરી છે તે કંઇ વહેમથી નહિ, પરંતુ પુખ્ત વિચારથીજ કરેલી હોવી જોઇએ.

પક્ષીઓનું દીર્ઘાયુષ.

દોહરો.

સ્વતંત્રતા ને સદ્‌ગુણે, આયુષ લાંબું હોય;
રાજહંસનો દાખલો, દેખી લ્યો સઉ કોય. ૧

રાજહંસ સૌથી વધારે આયુષ ભોગવનાર પક્ષી છે. એમ કહેવાય છે કે એ ૩૦૦ વર્ષ સુધી જીવે છે. એક જર્મન સૃષ્ટિશાસ્ત્રજ્ઞ લખે છે કે ૧૬૮ વર્ષની ઉમરના શ્યેન (falcon) પક્ષીને એમણે જોયો છે. ગરૂડ અને ગીધ પક્ષીના સંબંધમાં દીર્ઘાયુષના નીચે પ્રમાણે દાખલા આપવામાં આવે છે. ઈ૦ સ૦ ૧૭૧૫માં પકડાયલું એક દરિયાઈ ગરૂડ પક્ષી જે તે સમયેજ થોડા વર્ષનું હશે, તે ઈ૦ સ૦ ૧૮૧૯ માં એટલે ૧૦૪ વર્ષ પછી મર્યું. એક પહોળા માથાવાળું પક્ષી ૧૭૦૬ માં પકડાયલું તે ૧૮૨૪ માં વિયેનાની પાસેના શેાઅનબ્રનના કિલ્લામાંની પક્ષીશાળામાં મરણ પામ્યું, એટલે કે તેણે બંધીખાનામાં પોતાની જીંદગીનાં ૧૧૮ વર્ષ ગુજાર્યાં.

પોપટ અને રેવનની જાતના કાગડા સો વર્ષ ઉપરની ઉમર સુધી પહોંચે છે. દરિયાઈ અને ભીની જગાના પક્ષીઓની જીંદગી મનુષ્ય જીંદગીથી બમણા ત્રમણા વર્ષની હોય છે. ચાતક પક્ષી, જે વરસાદની રાહ જોઈ બેસે છે એમ કહેવાય છે, તે બીજા પક્ષીઓની પેઠે સ્વતંત્રતામાં ઘણાં વર્ષ જીવી શકે છે; પરંતુ બંધનમાં ૨૦ થી ૨૫ વર્ષ કરતાં વધુ જીવતું નથી. પાળેલો મરઘો ૧૫ થી ૨૦ વર્ષ અને કબૂતર ૧૦ વર્ષ જીવે છે. બુલબુલ પક્ષી બંધનમાં દશ વર્ષ જીવે છે. પાળેલું કેનેરી પક્ષી પાંજરામાં ૧૫ વર્ષ જીવે છે; પરંતુ પોતાના બેટમાં સ્વતંત્રતાથી ઉડતાં વધારે મો'ટી ઉમર સુધી પહોંચે છે.

લોહચુંબક.

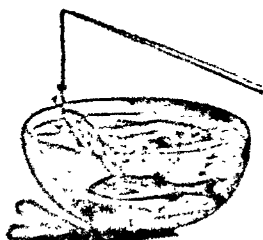
શિખરિણી વૃત્ત.

જુઓ સંસર્ગેથી, અવર પણ લ્હો ચુંબક બને,
પછી ખેંચી જાયે, નિજ બળવડે તે અવરને;
ગુણી કેરે સંગે, ગુણ રહિત તે ગુણ ધરિને,
બીજાને આકર્ષે, નિજ ગુણ બળે મુગ્ધ કરિને. ૧

એક દિવસ નવનીતલાલે પોતાનાં છોકરાંઓને બોલાવી કહ્યું "વાલકેશ્વરની જાત્રામાંથી મેં તમને ના'નાં રમકડાંઓની પેટી અપાવી છે તે લાવો, એવડે હું તમને વિદ્યાની કેટલીએક બાબતોનું જ્ઞાન આપીશ."

લીલાવતી બોલી 'પિતાજી આ તદ્દન સાદા રમકડાંમાં તે શું એવું શીખવાનું હશે કે તમે તેમાંથી અમને વિદ્યાનું જ્ઞાન આપવા ધારો છો એ હું સમજી શકતી નથી.'

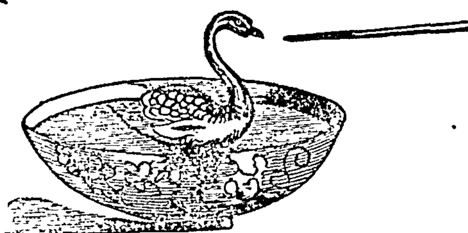
નવનીતલાલે કહ્યું 'મારી વ્હાલી પુત્રિ! આ રમકડાંઓ વડે જ હું તને કેટલીએક રસમય બાબતો બતાવીશ. એ રમકડાંઓ સાથે બીજી એક બે ચીજ જોઇશું. પેલો ઝીણો રેશમનો દોરો તારી પાસે છે તે અને ભરવાના લોખંડના સોયા પણ લાવ.'



ચિત્ર ૬ ઠું. માછલીઓ.

લીલાવતી રેશમનો દોરો તથા સોયા લાવી અને એનો ભાઇ રમેશ રમકડાંની પેટી લાવ્યો. નવનીતલાલે ઉઘાડી તો અંદર સુંદર રંગેલી ના'ની ના'ની માછલીઓ તથા એક હુક હતો. પાસેનાં ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે એક મો'ટા પ્યાલામાં પાણી રેડી પેલી માછલીઓને તેમાં નાખી તથા પેલો લોખંડનો હુક એક માછલીના મ્હોં આગળ પાણીની ઉપરથી ધર્યો કે તરત તે માછલી પાણી-

માંથી ઉંચી કૂદીને હુકને વળગી પડી, વળી પેટીમાં એક ના'નું પણ સુંદર રંગેલું રાજહંસ હતું તે કા'ડી લઈ નવનીતલાલે પાણીથી ભરેલા બીજા પ્યાલામાં નાખ્યું. અને પેલો લોખંડનો સળિયો તેની ચાંચ આગળ ધર્યો, પછી જેમ જેમ સળિયાને આઘો આઘો લઈ જવા માંડયો તેમ તેમ પેલું રાજહંસ પણ જાણે સળિયાની પછાડી ઘેલું થઇ ગયું હોય તેમ પછાડી પછાડી ફરવા લાગ્યું. લીલાવતીએ અને રમેશે તથા બધા છોકરાંઓએ પોતાને હાથે આ પ્રયોગો કરી થોડીવાર ગમ્મત લીધા પછી નવનીતલાલે પૂછ્યું કે આ હુક અને સળિયાની તરફ માછલી અને રાજહંસ ખેંચાતા હતા તેનું કારણ તમે કોઈ કહી શકશો ?


ચિત્ર ૭ મું. રાજહંસ.

રમેશ બોલ્યો 'અરે હા, એ તો આ માછલીના મ્હોડામાં પોલાદનો કકડો મને લીલાવતીએ હમણાં જ બતાવ્યો. અને રાજહંસની ચાંચમાં પણ તે જ પ્રમાણે હશે.'

નવનીતલાલે પૂછ્યું 'તેથી શું?'

લીલાવતીએ ઉત્તર આપ્યું કે પેલા હુક અને સળિયામાં આ પોલાદના પદાર્થોને ખેંચવાનો ગુણ હોવો જોઇએ.

નવનીતલાલે કહ્યું 'હા એમ જ છે. એ હુક અને સળિયાને લોહચુંબક કહેવામાં આવે છે. લોહચુંબકમાં લોખંડને પોતાની તરફ ખેંચવાનો ગુણ રહેલો છે. પણ જૂઓ તમારી કલ્પનામાં નહિ હોય એવો એક પ્રયોગ રાજહંસવડે તમને બતાવું છું.'

નવનીતલાલે પેલા સળિયાને બરાબર સીધો રાખી, એના મધ્યબિંદુને રાજહંસની ચાંચની સપાટીમાં લાવી ધીમે ધીમે તેને રાજહંસ તરફ લઇ જવા માંડયો; તે છેક રાજહંસની ચાંચને ઘણો પાસે આવ્યો તો પણ પહેલાની માફક તે કંઇ સળિયા તરફ ખેંચાતું જણાયું નહિ; પણ સ્થિરનું સ્થિર રહ્યું. છોકરાંઓ આ જોઇને બોલી ઉઠયા કે આ સળિયામાંથી લોહચુંબકધર્મ જતો રહેલો હોય એમ દેખાય છે. સળિયાને ઘણો પાસે લેતાં જ્યારે તેનું મધ્યબિંદુ પેલા હંસની ચાંચને અડક્યું ત્યારેજ માત્ર બહુ નરમ આકર્ષણ થતું હોય એમ લાગ્યું. પરંતુ સળિયાનો છેડો રાજહંસની ચાંચથી થોડે આઘે ધર્યો કે તરતજ પહેલાંની પેઠે તે સળિયા તરફ ખેંચાયું. આ જોઇને છોકરાંઓ બોલ્યાં કે માત્ર સળિયાના છેડામાંજ આકર્ષણ કરવાનો ગુણ છે.

રમેશ બોલ્યો 'હું ઘણા વખતથી આ રમકડાંઓ લઇ રમતો હતો; પરંતુ સળિયાના મધ્ય ભાગમાં આકર્ષણ કરવાનો ગુણ નથી. તેની તો મને ખબરજ નહોતી.'

નવનીતલાલે કહ્યું 'જૂદા જૂદા બનાવોમાં આ બાબત તો ઘણી વખત તારી નજર આગળ અકસ્માત આવી ગઈ હશે, પરંતુ તારૂં ચિત્ત તે પ્રસંગે બીજી બાબતમાં લાગેલું હોવાથી તારા ધ્યાનપર એ બાબત ઠસેલી નહિ. જ્યારે માણસનું ચિત્ત બરાબર નિરીક્ષા કરવામાં ગુંથાયલું હોય છે ત્યારે જ તે કંઈ શોધ કરી શકે છે. વિદ્યાના શોધોના સાધનરૂપ બાબતો ઘણી વખતે અસાવધ માણસોની નજર આગળ આવી જાય છે પણ તેથી કંઈ લાભ થતો નથી. વળી ઘણી વાર કરેલો એવો એક પ્રયોગ કરૂં છું પરંતુ તેથી તને કંઈ નવુંજ જાણવાનું મળશે.

આ લોખંડના ભૂકામાં પેલા સળિયાને બોળું છું, એમ કહી નવનીતલાલે તેમ કર્યું. પછી તેને બહાર કા'ડયો તો ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે બે છેડાપર મોટા ગુચ્છાના આકારમાં ઘણો ભૂકો ચોં'ટેલો જણાયો પરંતુ વચ્ચે નહિ જેવોજ હતો. આપરથી છોકરાંઓને સમજાવ્યું કે લોહચુંબકમાં આકર્ષણ શક્તિ છેડાપર વધારે બળવાન હોય છે; અને આ છેડાઓને પ્રાન્તો કહેવામાં આવે છે.


ચિત્ર ૮મું લોહચુંબકના સળિયા.

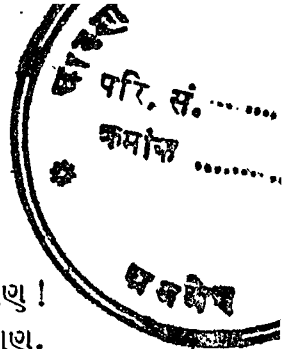
પછી એક પાતળા રેશમના દોરાથી લટકાવેલા કાગળના કકડાના ના'ના પેંગડામાં ભરવાની સોયને બરાબર મધ્યેથી મૂકી, નવનીતલાલે આડી લટકાવી, અને પછી પેલો લોહ ચુંબકનો સળિયો તેની પાસે દેખાડવાનું રમેશને કહ્યું. રમેશે એક પછી એક બન્ને છેડા સોયના દરેક નાકા આગળ ધર્યા તો જણાયું કે લોહચુંબકના દરેક પ્રાન્તો સોયના બન્ને છેડાને આકર્ષે છે. નવનીતલાલે સોયને બદલે એક સાદા લોખંડના કકડાને પેંગડામાં મૂકયો તો તેવીજ અસર થતી જણાઇ. આથી લીલાવતીએ પૂછયું "પિતાજી, લોહચુંબક માત્ર લોખંડનાજ પદાર્થોને આકર્ષે છે કે બધાને આકર્ષે છે?" 'તારી મેળેજ ખાત્રી કર' નવનીતલાલે જવાબ આપ્યો.

લીલાવતીએ હાથીદાંતનો સોયો, તાંબાનો તાર અને કાચનો પાતળો સળિયો એ વસ્તુઓને વારાફરતી પેંગડામાં મૂકી તેમની પાસે લોહચુંબકને ધરી જોયું તો કંઈ અસર થતી જણાઇ નહિ. ત્યારે એનો ના'નો ભાઇ બોલી ઉઠયો કે માત્ર લોખંડ અને પોલાદનેજ ચુંબક આકર્ષે છે.

નવનીતલાલે કહ્યું 'આટલીજ અજમાયશપરથી તમારાથી આવો નિયમ બાંધી શકાય નહિ. કારણ કે દુનિયામાં અ-

સંખ્ય ચીજો છે તેમાંની ઘણીખરીપર પ્રયોગ કરી જોયા વગર તમારાથી કેમ કહેવાય કે તેનાપર ચુંબકની અસર નહિ થાય? દાખલા તરીકે ધાતુઓમાં કોબાલ્ટ અને નિકલ નામની ધાતુઓપર એની અસર થાય છે. વળી જો ચુંબક બરાબર શક્તિવાળું હોય તો દરેક ચીજપર અસર કર્યા વિના રહેતું નથી. એ તો ઠીક, પરંતુ સોયને લોહચુંબક બનાવવાની રીત તમને શીખવું. આ ભરવાની સોયને ટેબલપર મૂકી તેના મધ્યભાગપર આ ચુંબકના એક પ્રાન્તને અડકાડી તેના છેડા સુધી દશવીસ વાર ફેરવું છું. એજ પ્રમાણે બીજી બાજુપર છેડા સુધી બીજા પ્રાન્તને તેટલીવાર ફેરવું છું. હવે આ સોયજ લોહચુંબક થઈ ગઈ અને બીજી સાદી સોયને લટકાવી તેની આગળ ધરશો તો ચુંબકની પેઠે તેને આકર્ષશે. વળી એને મધ્યેથી લટકાવશો તો તે આમ તેમ હાલી એક છેડો ઉત્તર દિશા તરફ અને બીજો દક્ષિણ તરફ એમ રહી સ્થિર થશે. અને જો તમે તેને આંગળીવતી હલાવી તેની દિશા બદલવાનું કરશો તો તમે છોડશો કે તરત પાછી ઉત્તર તરફ બતાવતીજ સ્થિર થશે.”

છોકરાંઓ આ પ્રયોગો જોઈ બહુ ખુશી થયા અને આશ્ચર્ય પામ્યા. તથા જેમ સોયને લોહચુંબક બનાવવામાં આવી તેમ રમેશ પોતાના ચપ્પુને કરવા બેસી ગયો અને તેવડે સ્ટીલપેનો અને લોખંડના ભૂકાને અદ્ધર ઉંચકવા લાગ્યો. સર્વને બીજા પ્રયોગો જોવાની અને લોહચુંબકની શક્તિ જેને ચુંબનધર્મ કહે છે તે સંબંધી જ્ઞાન મેળવવાની ઘણીજ ઉત્કંઠા થઈ. પરંતુ વખત ઘણો ગયેલો હોવાથી નવનીતલાલે કહ્યું ‘છોકરાંઓ, આજે આટલું બસ, વળી કોઈ વખતે એ સંબંધી બીજા જાણવા જેવા પ્રયોગો કરીશું?



વહાણવટીનું હોકાયંત્ર.

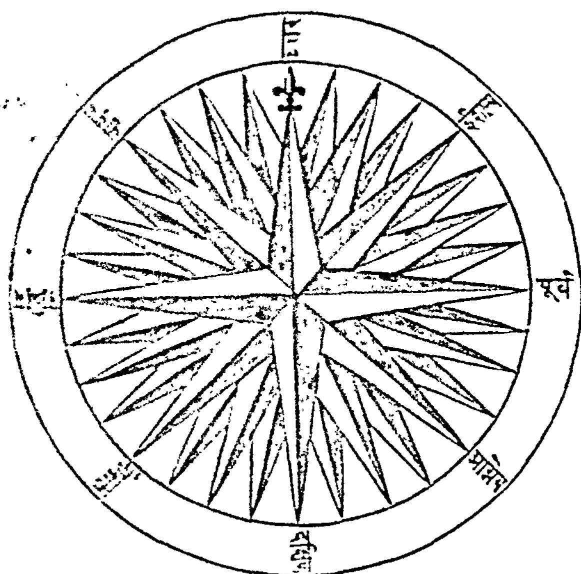
દોહરો.

લ્હોહચુંબક ગુણ જાણતાં, લાધ્યું કેવું લ્હાણ!
ભર દરિયે દિશ પારખી, નાવિક ખેડે વ્હાણ.

હોકાયંત્ર તો કદાચ તમારા જોવામાં આવ્યું હશે. એ એક ઘણીજ સ્હેલી બનાવટનું યંત્ર છે. અને તેના શોધથી જે મો'ટા લાભો થયા છે તે જો ન થયા હોત તો આ ઠેકાણે આપણે હોકાયંત્રનો વિચાર પણ કરત નહિ. એ વહાણવટીને અસાધારણ ઉપયોગનું છે. ભરદરિયે જ્યાં ચારે બાજુએ પાણીજ પાણી હોય છે ત્યાં કેણી તરફ કઈ દિશા આવી એ જાણવાને જ્યારે કશું સાધન હોતું નથી ત્યારે આ હોકાયંત્રવડે વહાણવટીઓ દિશા જાણી શકે છે.

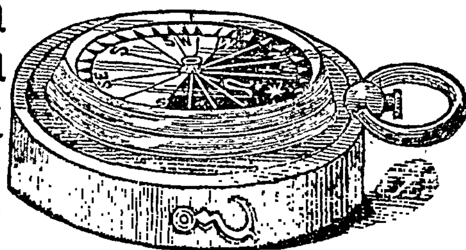
હોકાયંત્રનો પ્રથમ શોધ કોણે અને ક્યારે કર્યો એ વાતનો નિર્ણય થઈ શક્યો નથી. ઈ૦ સ૦ ૧૩૦૨ માં ઈટાલી દેશના કેમ્પેનિયા પ્રાંતમાં એક માણસે પહેલ વહેલું હોકાયંત્ર બનાવ્યું એમ યૂરોપમાં ઘણાનું માનવું છે. પરંતુ કેટલાક ગ્રંથકારોનું એવું મત છે કે માર્કોપોલો નામે વેનીસ શહેરનો રહેવાસી ઈ૦ સ૦ ૧૨૬૦ માં ચીન દેશ ગયો હતો ત્યાંથી આ યંત્ર બનાવવાની યુક્તિ લઈ આવ્યો. અને એ મતજ ખરૂં છે, કારણ કે ચીના લોકો પોતાની દરિયાની સફરોમાં તેમજ ટાર્ટરીના ગીચ ઘાસના અને રસ્તા વિનાના મેદાનોમાં મુસાફરી કરતી વખતે આ યંત્રની મદદ લેતા હોય એમ માનવાને પૂરતાં કારણો છે. એટલું તો ખરૂં કે યૂરોપમાં છાપવાની કળા નિકળી તે પહેલાં (એટલે ઈ૦ સ૦ ૧૪૨૦ પહેલાં) ત્યાંના વહાણવટીઓને હોકાયંત્રની ખબર ન હતી.

હોકાયંત્ર એક નાની દાબડી જેવું હોય છે. ઉપરથી કાચ જડીને તેના વચલા ભાગમાં એક ગોળ પત્તું બેસાડેલું હોય છે. પાસેનું ચિત્ર એ ગોળ પત્તાનું છે. પત્તાંના ચાર મુખ્ય બિંદુઓ ઉપલી મેરથી અનુક્રમે ઉત્તર, પૂર્વ, દક્ષિણ અને પશ્ચિમ એમ ચાર દિશા દેખાડે છે. તેમજ તેમની વચ્ચેના ચાર બિંદુઓ અનુક્રમે, આગ્નેય, નૈર્ઋત વાયવ્ય અને ઐશાન (ઈશાન) ખૂણા દર્શાવે છે. પત્તાની નીચલી બાજુએ દક્ષિણથી ઉત્તર તરફની રેખામાં લોહચુંબક ગુણવાળી લોઢાની સોય બેસાડેલી છે. પાછળ તમે જોયું છે કે લોહચુંબકના ગુણવાળી સોયનો એક છેડો ઉત્તર તરફ અને બીજો દક્ષિણ તરફ બતાવતો સ્થિર થાય છે, તે મુજબ આ સોય ઉત્તર દક્ષિણ રહે છે. આ રીતે સોય ઉત્તર દિશા બતાવે છે તેપરથી બીજી દિશાઓ સમજી લેવામાં આવે છે. એ સોયના મધ્ય ભાગે નાનું ખામણું હોય છે. નીચેથી જડી લીધેલી બારીક પોલાદની ટાંકણીની અણીએ ખામણામાં આવે છે અને તેપર સોય બેસાડવામાં આવે છે. ઉપર આવેલા ગોળ પત્તાનું



ચિત્ર ૯ મું. હોકાયંત્રનું પત્તું.

મધ્યબિંદુ પણ આ અણીપરજ બેસાડવામાં આવે છે, જેથી સોય તેમજ પત્તું છૂટથી ફરી શકે છે. એ બધું પિત્તળની ગોળ દાબડીમાં મૂકવામાં આવ્યું હોય છે. અને તે દાબડીને બે બાજુએ સ્ક્રૂવડે ઘડીઆળ જેવી દાબડીમાં લાગુ કરવામાં આવે છે, એ'વી રીતે કે પેલી અંદરની દાબડી પોતાના સ્ક્રૂપર આમતેમ હાલી શકે. આથી વહાણ ડોલે છે તોપણ એ હોકાયંત્ર ક્ષિતિજની સમાંતર રહે છે. ઉપર આપેલા સાધારણ વપરાતા હોકાયંત્રના ચિત્રથી સહજ લક્ષમાં આવશે.


ચિત્ર ૧૦ મું. હોકાયંત્ર.

હોકાયંત્રના શોધથી અને તેના ઉપયોગથી શા શા ફાયદા થયા છે એ ખરેખર જાણવા જેવું છે. વિદ્યાના શોધથી આપણા સુખમાં અને જ્ઞાનમાં કેટલો વધારો થયો છે તેનો આ એક સરસ દાખલો છે. આ યંત્ર પ્રસિદ્ધિમાં આવ્યું ત્યારથી બહાદૂર ખલાસીઓએ પૃથ્વીપરના સમુદ્રને કિનારે આવેલા દેશો એક પછી એક શોધી કા'ડ્યા. વળી એના ઉપયોગથી દૂરના દેશો વચ્ચે નિયમસર વ્યવહાર ચાલવા માંડયો. વહાણમાં બેશી પરદેશ જનાર આવનાર લોકોમાં વિદ્યા તથા કલાકૌશલ્ય વધે છે અને રીતભાત તથા રાજ્યવ્યવસ્થા સુધરે છે એ નિયમ પ્રમાણે જેમ જેમ જૂદા જૂદા દેશો વચ્ચે આવજાનો સંબંધ વધ્યો તેમ તેમ તે દેશોને ઘણો લાભ થયો. ચીનાલોકો હોંશિયાર છે પણ આફ્રિકાના લોકોની પેઠે દરિયાની મુસાફરી કરતા નથી તેથી તેમનું જ્ઞાન જેટલું ને તેટલું જ રહ્યું છે, વધ્યું નથી. પણ જાપાન અને

મલાયાના લોક તરફ નજર કરો તેઓ એશિયાખંડના બીજા લોકો કરતાં વધારે બહાદુર અને છાતીવાળા છે કારણ કે પૂર્વ તરફના બધા મહાસાગરોમાં તેઓ ફરી આવ્યા છે. યૂરોપખંડના લોકો વિદ્યા-કલામાં વધારે આગળ પડતા હોવાનું કારણ તેમની દરિયાની મુસાફરીઓ છે. હોકાયંત્રનો શોધ થયા પછી જ કોલમ્બસે અમેરિકા ખંડ શોધી કાડ્યો, ને યૂરોપની બધી જાતના થોડા થોડા લોકો તે ખંડમાં જઇ વસ્યા અને આજે ત્યાં પોતપોતાનાં રાજ્યો સ્થાપી સુખમાં રહે છે. આ બધો હોકાયંત્રનો પ્રતાપ છે એમ કહીએ તો કંઈ ખોટું નથી!!



ઇન્દ્રિયવિજ્ઞાન.

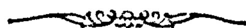
વસંત તિલક છંદ.

પ્રાણી રૂપી અકળ યંત્રતણી પ્રવૃત્તિ,
તે ભેદ સાથ ભણવા તણિ હોય વૃત્તિ;
(તો) ઇન્દ્રિય જ્ઞાન તણું શાસ્ત્ર વિલોકવાને,
વિજ્ઞાન લાભ લણવા વીર સજ્જ થાને. ૧

આ જગત્માં સ્થળે સ્થળે વિવિધ પ્રકારનાં પ્રાણીઓ આપણાં જોવામાં આવે છે. વળી પૃથ્વીના એક ભાગમાં જેવાં પ્રાણીઓ નજરે પડે છે તેવાં જ પ્રાણીઓ બીજા ભાગમાં જણાતાં નથી, પણ ત્યાં કોઈ નવા જ પ્રકારનાં અથવા તેજ જાતાનાં પણ ફેરવાળાં પ્રાણીઓ હોય છે. એમ પૃથ્વીના સર્વ સ્થળોમાં જૂદી જૂદી જાતનાં પ્રાણીઓ જેવાં કે મનુષ્ય, પશુ, પક્ષી તથા ના'ના મો'ટા જીવજંતુઓ, માછલાંઓ, પેટે ચાલનારા સાપ, ઈત્યાદિ છે. એ સર્વનું જીવન સૃષ્ટિના નિયમોથી સદા વહ્યું જાય છે. સર્વ પ્રાણીઓમાં–જેમાં નર-માદાનું જૂદાપણું છે તેમાં–પોત પોતાની યોગ્ય વયે પુરુષને સ્ત્રી સંબંધી ઇચ્છાઓ થાય છે. તથા સ્ત્રીપુરુષ અથવા નર-માદાના સંયોગથી નવી પ્રજા ઉત્પન્ન થાય છે. એ રીતે તરત જન્મતાં પ્રાણીઓ સર્વ પ્રકારે ક્ષુદ્ર–ના'નાં, નરમ અને શક્તિહીન–જેવાં લાગે છે. પ્રથમ માતાના શરીરવડે કેટલાંએક પોષાય છે અને કેટલાંએક પોતાના ખોરાકનો આધાર પોતાનાં માતપિતાની મેહનતપર રાખે છે. જેમ જેમ કાળ જતો જાય છે તેમ તેમ, પ્રાણીઓ શરીરના કદમાં મો'ટાં થતાં જાય છે, તેમનામાં શક્તિઓ આવે છે, અને પોતાની જરૂરીઆતનાં કામો માટે બીજાપર આધાર રાખતાં બંધ થાય છે. પછી

વળી યેાગ્ય ઉમરે પોતે નવાં પ્રાણીઓને જન્મ આપે છે; અને ઉત્તર કાળે મૃત્યુ પામે છે. આ રીતે કંઈ કાળથી માણસ અને પશુ પક્ષી વગેરે બીજાં પ્રાણીઓનાં જીવતરનેા ક્રમ ચાલ્યા કરે છે.

આ પ્રમાણે ક્રમ ચાલવામાં કયા કયા નિયમેા પ્રવર્તે છે, તરત જન્મ પામેલાં શરીરેામાં કયા કયા અવયવેા કેવું કેવું કામ કરતા હેાય છે; અને પછી કાળ જતે તેનાં કદ, આકાર શક્તિ વગેરેમાં કેવા અને શા શા ફેરફારેા થાય છે; શરીરમાંનેા પ્રત્યેક પદાર્થ શાનેા બનેલેા છે અને તે શી શી ક્રિયા કરી શકે છે તથા તેમાં કેવી રીતે ફેરફારેા થઈ શકે છે; આહાર વિહાર આદિના યેાગ્ય નિયમેાથી શા શા લાભ અને અયેાગ્ય પ્રવૃત્તિથી શી શી હાનિ થાય છે તથા શરીરમાં પ્રત્યેક અવયવ અને ઇન્દ્રિય શું શું કામ કરે છે; વળી દરેક શરીરમાં હવા, પાણી તથા ખેારાક અને બીજી વસ્તુઓ કયે કયે રસ્તે અંદર લેવાય છે અને તેનેા શરીરમાં કેવેા ફેરફાર થાય છે તથા તે કેવી રીતે બદલાઇને જીવતરના આધારરૂપ થઈ પડે છે; જ્ઞાનેંદ્રિયેા કેવી છે અને સૃષ્ટિનું જ્ઞાન મગજને કેવી રીતે પહેાંચાડે છે; મન અને મગજનેા શેા સંબંધ છે તથા મગજનું કેવું બંધારણ છે; વળી મરેલા શરીર કરતાં જીવતામાં શી વિશેષતા છે તથા નવી પ્રજોત્પત્તિ થવામાં શાં શાં કારણેાની જરૂર છે; એ વગેરે નિયમેાનું વર્ણન કરનારી વિદ્યાને 'ઇન્દ્રિયવિજ્ઞાન' એવું નામ સાધારણ રીતે અપાય છે.



દરેક માણસને ઇન્દ્રિયવિજ્ઞાન જાણવાની જરૂર.

દોહરો.

માનવકૃત યંત્રો તણો, ભેદ જાણવા ચ્હાય;
તો કુદરત કૃત શરીરની, ખૂબિ પ્રતિ કયમ નવ ધાય. ૧

દરેક માણસને આ વિદ્યાના નિયમો જાણવાની ખરેખરી જરૂર છે. આપણે અમુક ખાધું એ શરીરમાં કયાં ગયું, કયે ઠેકાણે જઇને પડયું, તેમાં અંદર ગયા પછી કેવો ફેરફાર થયો અને અંતમાં તૃપ્તિરૂપ ફળ આપણને શી રીતે મળ્યું એ વિગેરે જાણવું શું જરૂરનું નથી? મો'ટા મો'ટા સાંચાઓ-જેવાં કે કપડાં વણવાની મીલો, સુતરનાં, કાગળનાં, કાચનાં અને બીજા વિવિધ કારખાનાંઓ ચલાવનારા સાંચાઓ-કેમ ચાલે છે, કેવી રીતે પોતપોતાનું કામ કરે છે એ જાણવું તો માત્ર યાંત્રિક વિદ્યાના અભ્યાસીને કર્ત્તવ્ય ગણાય છે; તોપણ અસંખ્ય લોકો મીલો-સાંચાઓ-કારખાનાંઓ જોવાની જીજ્ઞાસા રાખે છે, જોવા જાય છે અને પોતાને મળતી તક અનુસાર તેમનું વર્ત્તન જાણવા યત્ન કરે છે. ત્યારે જે સાંચા-યંત્ર-સાથે પોતાનું એકપણું માન્યું છે, જે સાંચા સાથે સર્વ જીવોનો રાત્રદિવસ સંબંધ રહેલો છે, તે પોતાના જ શરીર-રૂપ સાંચા-યંત્ર-ની અંદરની ખૂબી જાણવા જેઓ જીજ્ઞાસા ન ધરાવે તેમને વિચારવાન પુરુષ સર્વથા મૂઢ ગણે એમાં શું આશ્ચર્ય? આપણે જોઇએ છીએ કે અમુક વસ્તુ પડેલી છે, સાંભળીએ છીએ કે ફલાણો માણસ બોલ્યો અથવા વાજું વાગ્યું, ચાખીએ છીએ કે સ્વાદ તીખો અથવા મધુર છે, સુંઘીએ છીએ કે વાસ સારી વા નઠારી છે અને સ્પર્શથી જાણીએ છીએ કે પદાર્થ કયો અથવા કેવો છે; આ સઘળું ભાન કયાં થાય છે, કેવી

રીતે થાય છે, એ સમજવાને કેટલી બધી જીજ્ઞાસા થવી ઘટે છે. આપણે ટેવ પડી ગયાથી એ વાત મનપર લેતા નથી, બાકી પદાર્થ આઘે પડેલો છે, આપણે દૂર બેઠા છીએ અને આપણા મનમાં થયું કે અમુક પદાર્થ બહાર પડેલો છે અથવા અમુક જગાએ છે એ શું નવાઇની વાત નથી? એ પદાર્થનો અને એ પદાર્થ છે એ પ્રકારના જ્ઞાનનો શો સંબંધ હશે એ જાણવામાં પણ કંઈ ઓછો આનંદ ઉપજે એમ નથી. જો ટુંકામાં કહીએ તો શરીર અને ઇન્દ્રિયો દરેક માણસને પ્રાપ્ત છે એટલે તેના ગુણ અને ધર્મો જાણવામાં દરેક માણસનું હિત રહેલું છે. અને તેથીજ ઇંદ્રિયવિજ્ઞાન વિદ્યા સૌથી વધારે ઉપયોગી અને દરેક માણસને જાણવી અવશ્યની છે.

મગજનું વજન અને બુદ્ધિ.

ગીતિ.

વજન વિશેષ મગજનું, સમ તે માનવ વિશેષ મતિમાન;
'શિર મોટું સરદારી'-એ કે'વત એ વિચાર અનુમાન. ૧

દરેક માણસના માથામાં લોચા જેવો એક પદાર્થ રહેલો છે, જેમાંથી જ્ઞાનતંતુઓનો સમૂહ નીકળીને શરીરના જૂદા જૂદા ભાગમાં પ્રસરે છે; એને મગજ કહે છે. સૃષ્ટિશાસ્ત્રજ્ઞોએ જૂદા જૂદા માણસોનાં મગજનું વજન કર્યું છે, અને તેનું સરાસરી વજન ૪૬ થી ૫૩ ઔંસ જેટલું એટલે લગભગ ત્રણ શેર સવા ત્રણ શેર જેટલું થાય છે. સ્ત્રીઓના મગજનું સરાસરી વજન પુરુષોનાં મગજનાં સરાસરી વજન કરતાં ઓછું હોય છે. અને મગજ એ બુદ્ધિનું અંગ હોવાથી સા-

માન્ય પુરુષો કરતાં સામાન્ય સ્ત્રીઓની મતિ ઓછી હોય છે એમ માનવું સકારણ છે. તપાસ કરતાં માલમ પડ્યું છે કે સ્ત્રીઓનાં મગજનું સરાસરી વજન ૪૧ થી ૪૭ ઔંસ એટલે અઢીથી ત્રણ શેર જેટલું હોય છે.

મગજ એ બુદ્ધને રહેવાનું સ્થાન (ઠેકાણું) છે અને તેથી મગજના વજનના ઓછાવત્તાપણાંપર બુદ્ધિનો આધાર રહેલો છે. જેનાં મગજનું વજન ઓછું તેની બુદ્ધિ ટૂંકી સમજવી; તથા જેના મગજનું વજન વધારે તેની બુદ્ધિ વધારે સારી જાણવી. મો'ટા બુદ્ધિમાન પુરુષોના મગજનું વજન ઘણું હોય છે. અને ટૂંકી બુદ્ધિના મૂર્ખોના મગજનું વજન બહુ જ ઓછું હોય છે. પ્રખ્યાત સૃષ્ટિશાસ્ત્રજ્ઞ કુવીઅરના મગજનું વજન ૬૪ ઔંસ એટલે ચાર રતલ હતું; જ્યારે એક નનામા ટૂંકી બુદ્ધિના માણસનું ૩૪ ઔંસ જેટલું હતું.

મગજના વજનનું અનુમાન માથાના એટલે ખોપરીના ના'ના મો'ટાપણાપરથી એકદમ કરવાનું નથી. કારણ કે મો'ટું માથું હોવા છતાં ખોપરીનાં હાડકાં જાડાં અને મો'ટાં હોય તો અંદરનું મગજ ના'નું હોવાનો સંભવ રહે છે. તેથી 'શીર બડા સો સત્કર્મી' એ કહેવત પૂર્ણ અંશે ખરી નથી. પરંતુ મો'ટા માથામાં મગજ મો'ટું અને વજનદાર હોવાનો સંભવ છે. એટલે વિદ્યાના સિદ્ધાન્તનો આધાર કહેવત પાડનારે ઘણે ભાગે લીધો છે એમ કહ્યા વિના ચાલતું નથી.



સ્વર (અવાજ) અને વાચા (વાણી.)

મનહર છંદ.

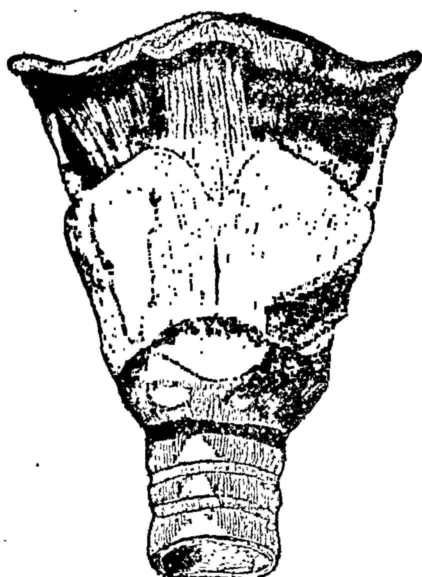
વાણીથી વિચાર એક બીજાના કહી શકાય,
જ્ઞાન વારસો તો વાણીમાં મુકી જવાય છે,
સેંકડો વરસ સુધી શોધી શોધી મેળવેલું,
પૂર્વજોનું જ્ઞાન તે તો વાણીથી પમાય છે;
પશુ પક્ષી પ્રાણીઓથી માણસ વિશેષ સુખ,
દુનિયામાં લે છે તે તો વાણીથી દેખાય છે;
ઇશ્વરનું જ્ઞાન પણ વાણી થકી ઉપજે છે;
વાણી વિના પ્રાણી કેવાં પામર જણાય છે. (દ. ડા.)

રોળા છંદ.

આજ્ઞા ઇચ્છા યાદ તણી શિર ઉપર ધારે;
મન સેવક આ વદન સોનીને ઘેર સિધારે.
વર્ણસ્થાન હથિયાર વિવિધ તે સોની કેરાં;
સાદ સુવર્ણે વાર્ણો ઘરેણાં થાય ઘણેરાં. ૧

ના'નાં ના'નાં જીવજંતુઓ શિવાય ઘણાં ખરાં પ્રાણીઓમાં અવાજ કા'ડવાની શક્તિ હોય છે. જૂદી જૂદી જાતનાં પ્રાણીઓનો અવાજ જૂદો પડે છે. અને તેથી જૂદાં જૂદાં પ્રાણીઓના જૂદા પડતા અવાજને જૂદી જૂદી સંજ્ઞા (નાંમ) આપવામાં આવે છે; દાખલા તરીકે ગાયના અવાજને જ્યારે ભરાડવું કહીએ છીએ ત્યારે ઘોડાના અવાજને ખોંખારવું કહેવામાં આવે છે. પશુ પક્ષીઓના અવાજમાં તથા માણસના ઘાંટામાં ઘણો ફેર પડે છે. માણસમાં પણ એક બીજાનો ઘાંટો જૂદો પડે છે તે એટલે સુધી કે આખી દુનિયામાં કોઈ બે માણસના ઘાંટા બરાબર મળતા આવતા નથી. આથી તમે એમ ધારશો કે જૂદાં જૂદાં પ્રાણીઓમાં તેમ જ દરેક માણસમાં

અવાજની ઉત્પત્તિ થવાનાં જે ઠેકાણાંઓ છે તેમાં ફેર હશે. પણ ના, એમ નથી. ઉલટું તેમનાં શરીરના જે અવયવોવડે સાદ કહાડવામાં આવે છે તે એકજ જાતના અને એકસરખી બનાવટના છે. એટલે કે સર્વમાં મ્હોડાની અંદરની બાજૂએ મૂકાયલી શ્વાસ લેવાની નળી વડેજ સર્વ પ્રાણીઓ અને મનુષ્યો બોલી શકે છે. તેમાં સ્નાયુઓ વગેરે બીજાં ઉપાંગો પણ એકસરખાં અને એક જ જાતનાં તેમ જ એક જ પદાર્થનાં બનેલાં હોય છે. ફેર હોય છે તે માત્ર એ નળીની લંબાઈ પહોળાઈમાં, તથા એ નળીમાં રહેલા સ્નાયુઓની લંબાઇ પહોળાઇમાં.



ચિત્ર ૧૧ મું. શ્વાસનળી.

પ્રાણીઓમાં અને માણસમાં અવાજની ઉત્પત્તિ થવાના એક સરખા એટલે એક જાતના અવયવો છે એમ તમને કહ્યું તથા તેમાં જે ફેર હોય છે તે પણ જણાવ્યો. પરંતુ એ અવયવની રચના કેવી હોય છે તેનું થોડું વર્ણન તમારી આગળ કરવું જોઇએ. આ પાસેની આકૃતિ તરફ નજર કરો. આપણા ગળાની આગળની બાજુએ બે આંગળીવતી ડાબીએ છીએ તો હાડકાનાજેવો કઠણ ભાગ હડપચીની નીચેથી ઠેઠ છાતિમાં જતો લાગે છે. એ કૂર્ચાની બનેલી નળી છે. પાસે આપેલું ચિત્ર એ નળીનું છે. ડોકના આગળના ભાગમાં આવેલી એ નળીને કંઠ અથવા શ્વાસનળી કહેવામાં આવે છે. ઉપરથી મ્હોડાના પાછલા ભાગ સાથે એ નળી

જાય છે, પણ નીચેથી છાતીની બખોલમાં પેસતાં એના બે નળી જેવા ભાગ પડી જઈ દરેક એકએક બાજૂના ફેફસામાં જાય છે. એ કંઠ અથવા શ્વાસનળીમાં તેની દિવાલોને ના'ના મો'ટા ઘણા સ્નાયુઓ લાગેલા છે, જેનો સ્વભાવ લાંબાટુંકા થવાનો હોવાથી એ નળીને લાંબી પહોળી કરે છે, એ નળીમાં જૂદા જૂદા કૂર્ચાના બનેલા ભાગો છે તથા તેમની સાથે જોડાયલા સ્નાયુઓ છે. તે દરેક કૂર્ચાનાં અને સ્નાયુઓનાં જૂદાં જૂદાં નામ છે. પરંતુ તેમના ઉચ્ચાર એવા અટપટા છે કે યાદ રાખવા બહુ મુશ્કેલ પડે છે; તેથી આ ઠેકાણે તે આપવાનું યોગ્ય ધાર્યું નથી. આમ હોવાથી અવાજનો મુખ્ય આધાર જેનાપર રહેલો છે તે 'વાગ્રજ્જુઓ' કયાં આવેલા છે તથા કેવી રીતે વર્તે છે એજ માત્ર જણાવીશું.

શ્વાસનળીની લગભગ મધ્યમાં બે બાજુપર સ્નાયુઓ જેવા દેખાતા બે આર્દ્રત્વચાના વાટા છે. સાધારણ સ્થિતિમાં તેઓની વચ્ચે જરા જગા રહે છે. તે વખતે મધ્યમાં તે બે એકઠા થતા નથી; માત્ર આપણે બોલીએ છીએ કે અવાજ કા'ઢીએ છીએ ત્યારે જ તે પાસે પાસે આવે છે. આ બે વાગ્-રજ્જુઓ કહેવાય છે. આ વાગ્રજ્જુઓ કંઠ અથવા શ્વાસ-નળીની અંદરની બાજુથી એવી રીતે ખુણીથી લગાડવામાં આવેલા છે કે એ નળીની દીવાલોને લાગેલા સ્નાયુઓનાં સંકોચ (ટુંકા થવું) અને પ્રસારણ (લાંબા થવું)થી જે કૂર્ચાની સાથે તેઓ જોડાયલા છે તેની સાથે ઉંચાનીચા કે આઘા પાછા થાય છે. તેથી મજબૂત ચામડાની પેઠે તેઓ કંપાયમાન થઈ શકે છે. વળી સ્થિતિસ્થાપક પદા-ર્થના બનેલા હોવાથી ઉપર જણાવેલી અસર સાથે તેમની સ્થિતિ અને તસતસાટ જેટલાં બદલવાં હોય તેટલાં બદલી શકાય છે. આથી જ્યારે આપણે સાધારણ રીતે શ્વાસ લઈએ

છીએ કે બહાર કા'ડીએ છીએ ત્યારે આ બે વાગ્રજ્જુઓની મધ્યમાં રહેલી જગામાંથી તે વાયુ આવજા કરે છે અને કંઈ સ્વર કે અવાજ સંભળાતો નથી; પરંતુ જ્યારે આપણે બોલીએ છીએ ત્યારે એ ક્રિયામાં વધારે હવા અંદર લઇને બહાર કા'ડવી પડે છે. એ વધારાની હવા બહાર નીકળવાને શ્વાસનળીમાં દબાણ કરે છે, જે દબાણથી આ વાગ્રજ્જુઓ સખ્ત થાય છે અને કંપ રૂપ ગતિમાં મુકાય છે. અને જેમ બે બાજુએથી જડી લીધેલા સતાર કે કોઈ વાદ્યંત્રના તારને હલાવવાથી સ્વર નીકળે છે તેમ આ વાગ્રજ્જુઓના હલનથી અવાજ નીકળે છે. આ પ્રમાણે અવાજનો મુખ્ય આધાર આ રજ્જુઓ છે એમ કહેવાય છે.

જેમ વાદ્યંત્રના તારને હલાવવાથી જે અવાજ નીકળે છે તેના ઝીણા અથવા મો'ટાપણાનો આધાર તે યંત્રની નીચે રહેલા લાકડાની પોકળ ઘાટથી બનતી પેટીપર રહેલો છે તેમજ માણસના અવાજમાં પણ થાય છે. કંઠ અથવા શ્વાસનળી એક પેટી જેવી જ છે. પણ તે બે વચ્ચે એક મો'ટો તફાવત છે. વાદ્યંત્રની પેટી તો જે ઘાટ કે માપની એક વાર બની તે બની; પરંતુ આ કંઠની પેટી તો પેલા અંદરના સ્નાયુઓનાં સંકોચ અને પ્રસારણથી વખતો વખત જેવી જરૂર પડે તે મુજબ ના'ની મો'ટી અને પહોળી સાંકડી થયા કરે છે. અને તેના જૂદા જૂદા ઘાટ થવામાં તથા તેમાંથી નીકળતા અવાજનું રૂપાંતર કરવામાં, જીભ, દાંત, તાળવું અને મ્હોડાની બખોલની એને ઘણી સરસ મદદ મળી શકે છે.

આ અવયવોવડેજ માણસો જૂદી જૂદી જાતના અવાજો, સુરો, રાગો વગેરે કા'ડી શકે છે, તેમજ જૂદા જૂદા અર્થવાળા ઉચ્ચારો કરી શકે છે. મનુષ્ય પ્રાણીના જૂદા જૂદા અર્થવાળા જૂદા જૂદા અવાજોને વાચા અથવા વાણી કહેવામાં આવે છે.

પશુ-પક્ષીઓને માનસિક બળ ન હોવાથી તેમનાથી માણસના જેવા જુદા જુદા ઉચ્ચારો થઈ શકતા નથી, અને તેથી તેમને વાચા નથી એમ કહેવાય છે. માણસો પણ જેમ જેમ સુધરતા ગયા તેમ તેમ ઉચ્ચારોની અને અર્થની ગોઠવણથી ભાષાનો પાયો નંખાતો ગયો. અને ક્રમથી આજ સુધીમાં ભાષા કેવી રીતે એક બીજાને સુખના અને જ્ઞાનના મુખ્ય સાધનરૂપ થઇ પડી છે અને તેના વિના માણસો કેવી પશુ-તુલ્ય સ્થિતિમાં હોત એ કહેવાની જરૂર નથી.

ઘાંટી ફુટવી-સ્ત્રી પુરૂષના ઘાંટામાં પડતો ફેર.

દોહરો.

ના'ની મો'ટી વાંસળી વાગે સ્વર બદલાય,
ત્યમ સ્ત્રી બાળક, વૃદ્ધની, શ્વાસનળીથી થાય. ૧

છોકરાઓ જ્યારે મો'ટા થાય છે ત્યારે તેમનો ઘાંટો બદલાય છે અને આપણા લોકો તેને ઘાંટી ફુટવી કહે છે. એ રીતે ઘાંટો કેમ બદલાય છે એ જાણવાની તમને સ્વાભાવિક જીજ્ઞાસા થતી હશે.

પાછળ સ્વર અને વાચાના વિષયમાં આપણે જોયું છે કે ઘાંટો અથવા અવાજ શ્વાસનળીમાં વાગ્રજ્જુઓના હાલવાથી નીકળે છે. ના'ના છોકરાઓની શ્વાસનળી ના'ની હોય છે, તેમ જ તેમના વાગ્રજ્જુઓ પણ શ્વાસ નળીના પ્રમાણમાં ના'ના હોય છે; બૈરાંઓમાં પણ તેમ જ હોય છે, અને તેથી ના'ના છોકરાઓનો ઘાંટો બૈરાંના ઘાંટાની પેઠે લગાર ઝીણો અને મધુર હોય છે. છોકરાઓ જેમ જેમ મોટા થતા જાય છે તેમ તેમ તેમનાં વાણી સ્થાન-કંઠ તથા તેમાં રહેલા કૂર્ચાઓ સ્નાયુઓ વગેરે-વૃદ્ધિ પામે છે. અને જુવાની,

ખીલે છે ત્યારે કંઠ મો'ટો થાય છે, અને તેમાં રહેલા પેલા વાગ્રજ્જુઓ લાંબા થાય છે, તેથી પ્રથમના ઘાંટાથી ઘાંટો ફેર પડવા માંડે છે. મો'ટા થયેલા રજ્જુઓને જોઇતી ગતિ આપવાને આ નવા જુવાનિયાની છાતી ટેવાયલી હોતી નથી, તેથી તેમાંથી ઓછા જોરથી બહાર નીકળતા શ્વાસવડે ધીમી ગતિમાં મૂકાયલા વાગ્રજ્જુઓના હાલવાથી થયેલો અવાજ પેલી મો'ટી થયેલી કંઠ નળીમાં આમ તેમ અથડાય છે અને તેથી પ્રથમ તો ઘાંટો ખોખરો લાગે છે. આ ખોખરા થયેલા ઘાંટાને આપણા લોકો ઘાંટી ફુટી એમ કહે છે. જ્યારે થોડે વખતે ટેવ પડે છે ત્યારે વાગ્રજ્જુઓને પૂરતું જોર મળે છે અને ઘાંટો બંધાય છે.

પુરુષોની કોથળીમાં રહેલા વૃષણોની પણ ઘાંટાપર અસર હોય છે એવો ડૉકટરોનો અભિપ્રાય છે; કારણ કે જેમણે વૃષણો મૂળથી કપાવી નાંખ્યા હોય છે એવા હિજડાઓનો ઘાંટો જેવોને તેવો રહે છે એ અનુભવસિદ્ધ વાત છે.

વળી સ્ત્રીઓનો ઘાંટો પુરુષના ઘાંટાથી વિલક્ષણ હોય છે, એ તો સૌના લક્ષમાં હશે. સ્ત્રીઓનો ઘાંટો તીણો અને તેમનો અવાજ મધુર હોય છે; પુરુષોનો મો'ટો અને સાધારણ રીતે કઠિન અથવા ઓછી મધુરતા વાળો હોય છે. ઉપર આપણે જણાવી ગયા છીએ કે વાગ્રજ્જુઓપર અવાજનો મુખ્ય આધાર છે. તેથી સ્ત્રી પુરુષના અવાજમાં ફેર પડવાનું કારણ વાગ્રજ્જુઓમાં જ હોવું સંભવે છે. અને તેમ જ છે. સ્ત્રીઓના કંઠની પહોળાઈ પુરુષના કંઠ કરતાં ઓછી હોય છે, અને તેથી તેમના વાચાના રજ્જુઓ પુરુષના વાચાના રજ્જુઓ કરતાં લંબાણમાં ટુંકા હોય છે. એમ જણાયછે કે સાધારણ સ્થિતિમાં પુરુષના વાગ્રજ્જુઓથી સ્ત્રીના વાગ્રજ્જુઓ લંબાણમાં ⅔ જેટલાં હોય છે. જેમ સતાર વગેરે

વાદ્યંત્રના તારને પાસેના પડદાપર ડાબી હલાવીએ છીએ તો તીણો સ્વર નીકળે છે તેમ અહિંઆ પણ પેલી અંદરથી નીકળનારી હવાવડે અપાતી ગતિથી આ ટુંકા વાગ્‌રજ્જુઓ એવી રીતે હાલે છે કે અવાજ ઝીણો નીકળે છે.

એકજ મંડળમાં ગમે તેટલા માણસો સાથે બોલે કે ગાય પણ તેમાંના દરેકના ઘાંટામાં એક પ્રકારનું જૂદાપણું જાણીતા માણસને લાગ્યા વગર રહેતું નથી. તથા જે માણસનો ઘાંટો જાણીતો હોય તે માણસ અંદર છે કે નહિ એ વગર જોયે કહી શકાય છે. ઘાંટા પરથી માણસને ઓળખવો એ તો બહુજ સાધારણ બાબત છે. દુનિયામાં કોઈ બે માણસનો ઘાંટો એક સરખો હોતો નથી. આનું કારણ શું? પાશ્ચાત્ય વિદ્વાનોના શોધો આનો સંતોષકારક ખુલાસો આપી શકયા નથી. એ તો ખરૂં છે કે દરેક માણસની શ્વાસનળીની આકૃતિમાં ફેર પડવાથી તથા તેમાં રહેલા સ્નાયુઓ વગેરેના બળના ઓછા વત્તાપણાથી ઘાંટામાં ફેર પડવાનો સંભવ છે. પરંતુ દરેક માણસના ઘાંટામાં એકને બીજાથી જૂદો પાડી નાંખતો જે ફેર છે તે તો કોઇ અંતર્ગત વિલક્ષણતાને લીધે હોવો જોઇએ. આનું ખરેખરૂં કારણ હજી જડયું નથી. જેમ દરેક માણસની મુખાકૃતિમાં (ચહેરામાં) ફેર પડે છે તેમજ તેના ઘાંટામાં પણ ફેર પડે છે. આ વિલક્ષણતાનું કારણ જે જડપદાર્થોનાં આ શરીરો બન્યાં છે તે જડપદાર્થમાં રહેલું ન હોય તો પછી હાલમાં જાણવામાં આવેલી વિદ્યાઓ, જેઓ જડપદાર્થથી સ્વતંત્ર કોઇ શક્તિનો વિચાર કરતી નથી, તેમની હાલની પદ્ધતિથી જડવું પણ અસંભવ!!!



દૂધ.

દોહરો.

ત્રણે અર્થ દુનિયા રળે, જુઓ દૂધ આધાર;
મોજ-મઝા ઔષધ અને, અમરત સમ આહાર. ૧
બહુ બાલ્યાવસ્થા વિષે, માતા નિજ પય પાય;
બાલ્ય યુવા ને વૃદ્ધની, ગાય માય સમ થાય. ૨
ગાય આદિ જીવનતણાં, સાધનને ગણી ઢોર;
રક્ષણ કરતાં જે હઠે, તે હરામી ગુણ ચોર. ૩

આ પદાર્થની ખબર નહિ હોય એવો કોઈ માણસ આખી પૃથ્વીપર જડવાનો નહિ. બચ્ચું જન્મ્યું કે થોડીવારમાં જે વસ્તુની તેને જરૂર પડે છે તે આ વસ્તુ છે. બચ્ચાંનાં જીવતરનો અને તેનાં વધવાનો ખરેખરો આધાર દૂધ છે. બચ્ચાંને માટે તેની નીરોગી માતાનું દૂધ સૌથી વધારે સુખાકારી ગણાય છે. બચ્ચાંને જેટલું બળ પોતાની માના દૂધથી મળે છે એટલું બીજા કશાથી મળતું નથી. તેમ જ સ્ત્રીના દૂધમાં બીજા સ્વભાવિક અથવા કુદરતી ગુણો પણ રહેલા હોય છે, અને તેથી જેનું દૂધ બાળકના પીવામાં આવે છે તેના જેવા સ્વભાવ અને ગુણો બાળકમાં પ્રકટે છે. આ કારણથી જ બીજી હલકી જાતની સ્ત્રીઓને દાસીઓ અને ધાવ તરીકે રાખી તેમના ધાવણથી પોતાના બાળકોને ઉછેરવાના વિલાયત વગેરે દેશોની હાલની માતાઓના રીવાજને વિદ્વાન્ ડૉકટરો ધિક્કારે છે. આ દેશમાં પણ આ ચાલ ધીમે ધીમે પેંસવા માંડયો છે પણ આપણે આશા રાખીશું કે તેથી થતા ગેરફાયદા સમજવામાં આવી તે થોડા વખતમાં નાબુદ થઈ જશે.

આપણા જોવામાં આવતા ઘણા પદાર્થો સંયોગી પદાર્થો છે, એટલે કે જો રસાયનવિદ્યાની રીતથી તેમનું પૃથક્કરણ કરવામાં આવે તો તેમાંથી એક કરતાં વધારે પદાર્થો મળી આવે છે. દૂધ પણ એવીજ એક સંયોગી વસ્તુ છે દૂધમાં નીચે જણાવેલા પદાર્થો તેમની સામે દેખાડેલા પ્રમાણમાં હોય છે એમ વિદ્વાનોએ નક્કી કર્યું છે.

	પાણી.	સાકર.	માખણનો અંશ.	દહીંનો અંશ.	ક્ષાર.	એકંદર.
માનું દૂધ.	૮૮૯	૪૪	૨૭	૩૯	૧	૧૦૦૦
ગાયનું દૂધ.	૮૬૪	૩૮	૩૬	૫૫	૭	૧૦૦૦
ગધેડીનું દૂધ.	૮૯૦	૫૦	૧૯	૩૬	૫	૧૦૦૦
બકરીનું દૂધ.	૮૪૫	૩૭	૫૭	૫૫	૬	૧૦૦૦

આ પ્રમાણમાં જૂદે જૂદે વખતે અને ઠેકાણે ફેર પડવાનો સંભવ છે. પરંતુ ઉપલા કોષ્ટક ઉપરથી જણાય છે કે ગધેડીનું દૂધ ઘણુંજ ગળ્યું અને પૌષ્ટિક ગણાય છે તે ખરૂં છે કારણ કે તેમાં સાકરનો ભાગ ઘણો વધારે છે.

ગમે તેનું હોય પરંતુ જે દૂધ પહેલું નીકળે છે તેમાં ઓછો કસ હોય છે જેમ જેમ દૂધ દહોવાતું જાય છે તેમ તેમ વધારે કસવાળું દૂધ નીકળે છે. દૂધવાળાઓને આ બાબતની માહિતી હોય છે અને તેથી તેઓ ઘરમાં રાખવાનું દૂધ છેલ્લું દોહે છે. વળી જેમ જેના દૂધમાં વધારે કસ હોય છે તેમ તેને દોહતાં પણ વધારે જોર પડે છે.

ઝીણામાં ઝીણી વસ્તુને મો'ટા રૂપમાં જોવા માટે સૂક્ષ્મ દર્શક યંત્રનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. તે વડે જોતાં દૂધમાં ઝીણા ઝીણા દાણા જણાય છે.

દૂધ વેચનારાઓ દૂધમાં પાણી રેડે છે. એવું પાણીવાળું દૂધ ખાધામાં આવવાથી શરીરને નુકશાન થાય છે. માટે એ

બાબતપર ખાસ ધ્યાન આપવાની જરૂર છે. દૂધમાં કેટલું પાણી છે તે માપવાનું એક પાતળી કાચની નળી જેવું યંત્ર આવે છે. જેને ઇંગ્રેજીમાં 'લેક્ટોમિટર' કહે છે. વિલાયતમાં ઘણા ખરા લોકો એ યંત્ર પાસે રાખે છે અને દૂધવાળાઓની લુચ્ચાઈ પકડે છે. એ યંત્ર બહુ ભારે કિમ્મતનું હોતું નથી એટલે આ દેશમાં પણ લોકો રાખવા ચાહે તો રાખી શકે એમ છે.

દૂધમાં પાણી ભેળેલું છે કે નહિ એ તપાસવાને લોકો લોટાપર તામડીપર કે એવીજ બીજી કોઈ સુંવાળી સપાટીપર દૂધનું એક ટીપું નાંખી જૂએ છે. જો પાણીવાળું હોય છે તો તે તરત સરી જાય છે, નહિ તો એકદમ સરતું નથી, પણ ચોંટી રહે છે. અંદર આંગળી બોળી જોવાથી પણ તેની સ્વાભાવિક ચિકાસ છે કે પાણીના મિશ્રણથી ઓછી થઇ ગઈ છે તે સમજી શકાય છે. વળી એક સાદા બ્લોટીંગપેપરના કકડાપર દૂધનું એક ટીપું મૂકી જોવાથી જણાશે કે તેમાં પાણી ભેળવામાં આવ્યું છે કે કેમ. જો તેમાં પાણી ભેળવામાં આવ્યું હશે તો બ્લોટીંગપેપર ઘણું ભીનું થશે અને ધોળાસ થોડીવારમાં દેખાતી બંધ થશે તથા પાછળ ઘણીજ થોડી ચિકાસ રહેલી જણાશે. સારૂં દૂધ હશે તો દૂધનાં ટીપાની ધોળાસ ઘણા સમયસુધી એટલે લગભગ કલાક ઉપર સુધી કાયમ રહેશે અને પાછળથી પણ જેવડું ટીપું હતું તેટલી જગામાં સારી પેઠે ચિકાસ લાગશે અને ધીમેધીમે બ્લોટીંગપર ચિકાસનું નીશાન મો'ટું થતું જશે. દૂધમાં પાણી ભેળ્યું છે કે કેમ એ જાણવા માટે બીજી ઘણી શાસ્ત્રીય રીતો છે, પરંતુ આ ઠેકાણે વિસ્તારથવાના ભયથી તેનું વર્ણન કર્યું નથી.

5

પાણી.

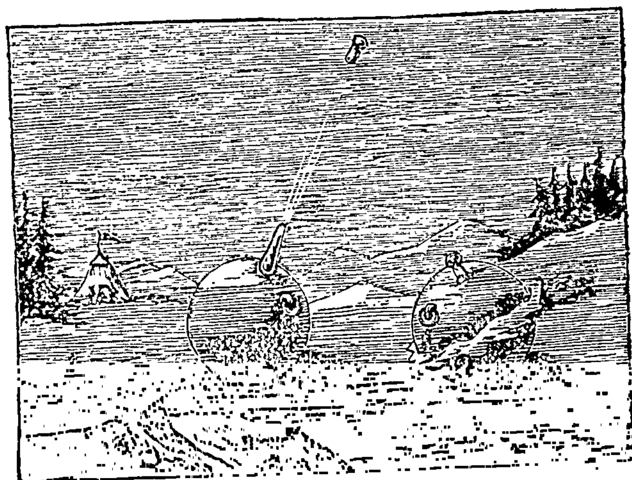
દોહરો.

રાત દિવસ સહવાસ પણ, સમજ્યે ગુણ સમજાય;
ચમત્કાર જળ વાયુના, ભેદુથીજ કળાય. ૧

પાણી ઓક્સિજન અને હાઇડ્રોજન એ બે વાયુરૂપ પદાર્થોના સંયોગથી બને છે, એમ રસાયન વિદ્યાથી સિદ્ધ થયું છે. કૂવા તળાવ નદી વગેરે જળાશયોનાં પાણી શુદ્ધ એટલે કોઈ જાતના ક્ષાર વગેરે પદાર્થોના મિશ્રણ વગરના હોતા નથી. શુદ્ધ અથવા ચોખ્ખું પાણી વરસાદનું પડે છે તે અથવા તાજું પડેલું હીમ ઓગળવાથી થયેલું હોય તે છે. આ પાણી પણ કેવળ શુદ્ધ કે ચોખ્ખું તો નહિ જ કહેવાય, કારણ કે હવામાં થઇને આવતાં તે વધારે ઓક્સિજન તથા બીજા વાયુરૂપ પદાર્થો અંદર લેતું આવેલું હોય છે. પાણી-માંથી ક્ષારના કે માટીના રજકણો કે તેમાં રહેલા બીજા વાયુરૂપ પદાર્થોને દૂર કરવાને અર્ક ખેંચવાના યંત્ર જેવું એક યંત્ર હોય છે; તેમાં ભરી પાણીને તપાવવામાં આવે છે; જેથી તેની વરાળ થાય છે. એ વરાળને ઠંડી પાડી ફરીને તેનું પાણી કરવામાં આવે છે. એ રીતે બનાવેલું પાણી જ કેવળ ચોખ્ખું કહી શકાય.

ઉષ્ણતાવડે પાણીપર એક ઘણું ચમત્કારી કાર્ય થાય છે, અને તે ખાસ જાણવા જેવું હોવાથી અહીં કહીએ છીએ. ગરમીનો સામાન્ય નિયમ એવો છે કે તેનો સંબંધ થવાથી પદાર્થો ફૂલે છે અને તેઓમાંથી ગરમી જતી રહેવાથી તેઓ સંકોચાય છે. પરંતુ આ સામાન્ય નિયમ પાણીને માત્ર થોડો લાગુ પડે છે, બધે લાગુ પડતો નથી. બરફ પાણીમાં નાં-

બવાથી તરે છે, તેથી તે પાણી કરતાં હલકું હોવું જોઇએ. એ પરથી સ્પષ્ટ જણાય છે કે પાણી ઠરતી વખતે ફૂલે છે. પાણી કેટલું ફૂલે છે તે જાણવાને કરેલા પ્રયોગોથી જણાય છે કે પાણી ૧/૧૧ જેટલું ફૂલે છે. પાણી ફૂલવા માંડે છે ત્યારે ખરેખરો ચમત્કારી બનાવ તો એ બને છે કે તેમાં અતિશય બળ આવે છે. પાણીનું બરફ થતાં કેવું અસાધારણ બળ આવે છે તે જોવાને વિદ્વાનોએ ઘણા પ્રયોગો કર્યા છે તે-માંના મુખ્ય બેનું વર્ણન કરીએ. લોખંડના બે મજબૂત ગોળા બનાવી તેમાં ટોચ સૂધી પાણી ભર્યું અને તેને પેચવાળા બુચ દીધા પછી તેમને ઘણી જ ઠંડકમાં મૂક્યા. જેવું અંદરના પાણીનું ઠરીને બરફ થયું કે ફડાક દઇને પેલા મજબૂત ગોળા પણ પાસેના ચિત્રમાં બતાવ્યા મુજબ ફાટી ગયા.



ચિત્ર ૧૨ મું. બરફમાં મૂકેલા લોખંડના ગોળા.

બોઇલ નામે વિદ્વાને ત્રણ ઈંચ વ્યાસની પિત્તળની નળીમાં પાણી ભરી તેના મ્હોપર ઢીલો દાટો (બૂચ) બેસાડ્યો, અને તે દાટાપર ૭૪ રતલનું વજન મૂક્યું. તોપણ પાણી જેવું ઠરી ગયું કે તેમાં એટલું તો બળ આવ્યું કે દાટો ઉછળીને બહાર પડ્યો. ઈંગ્લંડ વગેરે દેશોમાં અ-

નિશ્ચય ટાઢને લીધે નળોમાં પાણી ઠરી જાય છે અને નળો ફાટી જાય છે તેનું કારણ આ જ બળ છે.

પાણી ઠરે છે ત્યારે ફૂલે છે તેનું કારણ એવું કહેવાય છે કે તે વેળા તેના રજકણોની નવી ચમત્કારી રચના થવા માંડે છે; અને તે રચનાને લીધે તે વધારે જગા રોકે છે. ખરું જોતાં બરફ એ બંધાઇ ગયેલું પાણી છે, અને તે ઠરવા માંડે છે તે વારે તેના રજકણોની હાર એક એક પર આડી બેસવા માંડે છે તેથી પાણીને પ્રવાહી સ્થિતિના કરતાં આ સ્થિતિમાં વધારે જગા જોઇએ છે. પાણીની ગરમી ઓછી થવાથી તેનું કદ વધે છે તેમાં ઇશ્વરી હેતુ રહેલો છે. જો એમ ન થતું હોત તો સૃષ્ટિની હાલની રચના બગડી ગઈ હોત અને આપણને હમણાં જે સુખ મળે છે તેમાંનાં ઘણાં સુખ મળત નહિ. કદાચિત્ પ્રાણીઓના જીવ પણ જોખમમાં આવી પડ્યા હોત. જો પાણી ઠંડુ થતા ફૂલવાને બદલે સંકોચાતું હોત તો શિયાળામાં ઠંડા દેશોમાંની સઘળી નદીઓ અને તળાવોના પૃષ્ઠનું પાણી ઠરી જઈ બરફના થર બાઝત અને એ થર નીચલા પાણી કરતા ભારે થવાથી તળીએ બેસત અને તરત બીજા થર બાઝી તેના પર બેસત. એ પ્રમાણે એક પછી એક થર બંધાઈ છેવટે બધી નદીઓ અને તળાવો ઉપરથી નીચે સૂધી ઠરી જઈ કઠણ બરફના એવા ખડકો બની રહેત કે આખા ઉનાળામાં પણ તેઓ ઓગળત નહિ. પાણી પ્રવાહી હોવાથી માણસને જે સુખ મળે છે ને સુગમતા પડે છે તેનો નાશ થાત, અને પૃથ્વી પર જે શોભા જોવામાં આવે છે તે જતી રહી જ્યાં ત્યાં બરફ દેખાત. સઘળા ઠંડા દેશોમાં તો એવી સ્થિતિ થાત એમાં સંદેહ નથી. પરંતુ વિશ્વનિયામક પરમેશ્વરે ઘણાક પ્રવાહી પદાર્થોથી

પાણી માટે નિરાળો નિયમ રાખ્યાથી બરફ પ્રવાહી પાણી પર તરી તેને ઢાંકી દે છે, તેથી હેઠલા પાણીને ઠંડી ન લાગવાથી તે તેવી જ પ્રવાહી સ્થિતિમાં રહે છે; અને એમ થવાથી ઉપર વર્ણવેલું સંકટ દૂર થાય છે. આ પ્રમાણે સામાન્ય નિયમને આવો અપવાદ ઠરાવી મહાબુદ્ધિમાન્ પરમેશ્વરે કેટલું બધું ચાતુર્ય દર્શાવ્યું છે? અને પ્રાણીઓને સુખી કરવાને આટલી બધી કાળજી બતાવી છે તે જોઇને આપણને ઘણું આશ્ચર્ય લાગે છે એટલુંજ નહિ, પણ આપણને કેટલા આભારી કીધા છે તે પણ સમજાય છે!

પાણીના નળ.

સવૈયા જાતિ.

હોય સંકડામણ કે છૂટ ન સર્જન ટેક તજે પળમાં;
સરખી સ્થિતિ જાળવિ રે' નિશદિન ન્યૂનાધિકતા કરિ બળમાં.
વિવેક વાતાવરણદબાણે એક સપાટીના તળમાં;
જળ સમ સરખી ઉંચાઈ રાખે ના'ના કે મો'ટા નળમાં. ૧

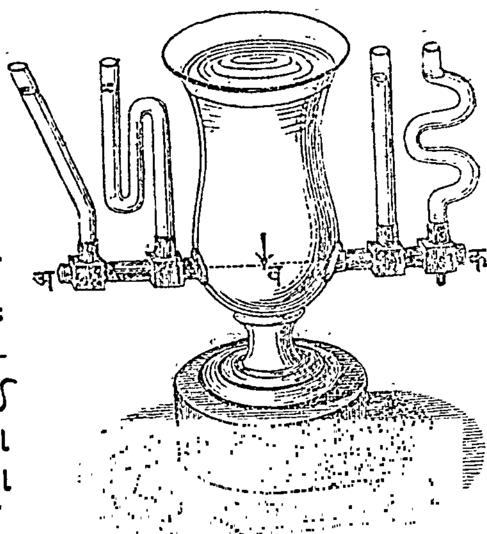
મુંબઈમાં અને જીલ્લાઓના પણ મુખ્ય મુખ્ય શહેરોમાં જેવાં કે અમદાવાદ વડોદરા સુરત વગેરેમાં–પીવાનું પાણી પૂરૂં પાડવા સારૂ નળ લાવવામાં આવેલા છે. અને પાંચ દસ અથવા પચાસ સાઠ માઇલ જેટલે છેટેથી સ્વચ્છ પાણી લાવવામાં આવે છે. પ્રજાની સુખાકારી તથા આરોગ્યના વધારા માટે સ્વચ્છ પાણી અને સ્વચ્છ હવાની ઘણી જરૂર છે. અને તેથી જેમ બને તેમ વધારે સ્વચ્છ પાણી શોધવાને આટલે દૂર સુધી જવું પડે છે. મુંબઈમાં જ્યારે નળ નહતા ત્યારે લોકોને કૂવાઓમાંથી પાણી લેવું પડતું હતું; અને ઘણા

કૂવાઓ ખારા નીકળતા એટલે પાણીની ઘણી તંગાસ પડે એ દેખીતું છે. એવી તંગીના વખતમાં જેઓ એ શહેરમાં રહ્યા હોય તેમના અનુભવનું વર્ણન સાંભળનારની ખાત્રી થયા વિના રહેશે નહિ કે આ સમયે મ્યુનિસિપાલિટીની દીર્ઘદૃષ્ટિથી તેઓ અત્યંત ભાગ્યશાળી થયા છે. પરંતુ પાંચ દસ માઈલ કે અર્ધા માઈલથી પણ પાણી ઘેર બેઠાં ચાલ્યું આવે-આવશે-એવું કોઇના ધારવામાં કે માનવામાં પણ હતું?! આપણા ઘરનાં જ એક ભાગથી બીજા ભાગમાં પાણી ઉંચકીને લઈ જઇએ તો જાય તો પછી આટલે દૂરથી પાણી એની મેળે આવી શકે એ કોણ માને? હાલ એ પ્રમાણે થાય છે એટલે આપણને તેમાં આશ્ચર્યનું ભાન થતું નથી. પરંતુ તેથી એ શોધ કરનારાઓને જે ધન્યવાદ ઘટે છે તે કંઈ ઓછો થતો નથી. કારણ કે કોઈ પણ નવો શોધ થયા પછી અને તેનો લાંબા વખતસુધી ઉપયોગ કરવામાં આવ્યા પછી, અથવા તેનો કાર્યકારણ સંબંધ બરાબર સમજાયા પછી, તેમાં રહેલી ચમત્કૃતિ માટેની જીજ્ઞાસા નિર્મૂળ થઇ જાય છે કે તેનો ભરમ ભાંગી જાય છે; અને જાણે તે તો વિશ્વનો અનાદિકાળથી જાણવામાં આવેલો નિયમ હોય એમ આપણને લાગે છે, એ મનુષ્ય સ્વભાવની વિચિત્રતા છે.

યુરોપ અમેરિકા વગેરે સર્વ દેશોમાં જ્યાં ગામેગામ નળ જેવાં લોકોપયોગી સાધનો રાખવામાં આવે છે અને જ્યાં પ્રાથમિક કેળવણીમાંજ વિદ્યાના વિષયો શિખવવામાં આવે છે, ત્યાં તો સર્વ સમજે છે કે આટલે દૂરથી પાણી આવવામાં અને આ પ્રકારે ઉંચે ચ’ડવામાં શા કારણો-શા નિયમો-રહેલા છે. પરંતુ આ દેશમાં વિદ્યાનો પ્રચાર બહુ ઓછો હોવાથી માણસોને વિદ્યાનાં સામાન્ય તત્ત્વોનું પણ અજ્ઞાન

હોય છે. તેમને આ સવાલનું સમાધાન મેળવવાની ઈચ્છા થાય એ સ્વાભાવિક છે. તેથી અત્ર ટુંકાણુમાં જ એ શંકાનું સમાધાન કરીએ; અને તેમ કરવામાં જે અવશ્યના નિયમો છે તે પણ જણાવીએ.

પહેલું તો એ લક્ષમાં રાખવાનું છે કે પાણી કોઈ પણ વાસણમાં ભરવામાં આવે છે અથવા તો જમીનપર ઢાળવામાં આવે છે તો અથવા નીચેથી એક બીજા સાથે સંબંધવાળા બે ત્રણ જુદા જુદા આકારના પાત્રોમાં રેડવામાં આવે છે તો તે સર્વમાં પાણીની સપાટી સમતલ (level) હોય છે; અને ગમે તે રીતે તેમ થતું અટકાવવામાં આવે છે તોપણ અટકાવ દૂર થતાંની સાથેજ તે પાછું સમતલ (સમપૃષ્ઠ) જ રહેવા યત્ન કરે છે.



ચિત્ર ૧૩ મું. જૂદા જૂદા ઘાટની નળીઓમાં સમપૃષ્ઠ રહેતું પાણી.

પાસે આપેલા ચિત્રપરથી તરત સમજાશે કે એમજ છે. વળી જેમને ખાત્રી કરવી હોય તેમણે એક ટીનની અથવા લાકડાની ના'ની પેટી લઈ તેના ઉપર બે ત્રણ કાણાં પાડી તેમાં જુદા જુદા આકારની કાચની નળીઓ ઘાલવી; અને પેટીમાંથી પાણી નિકળી ન જાય તેમ કરવું. (ઢાંકણું જૂદું ન રખાવતાં ચારે બાજુથી સજ્જડ પેટી રાખવી વધારે સુગમ પડશે અને જો તેમ કર્યું હોય તો

ઢાંકણાની અને પેટીની ફાટપર લાપી ચોંટાડવાથી પાણી નિકળતું બંધ થશે.) પછી ગમે તે નળીમાંથી પાણી રેડશો તોપણ બધી નળીમાં પાણીની ઉંચાઈ એક સરખીજ રહેશે.

હવે આ નિયમ નળની યોજનામાં કેવી રીતે વપરાયો છે તે સમજાવીએ. પર્વતની ઉંચાઈમાં કે એવી કોઈ ઉંચી જગાએ તળાવ બાંધવામાં આવે છે, અથવા તો ઉંડા કૂવામાંથી એન્જીનની મદદથી ઉંચે બાંધેલી ટાંકીઓમાં પાણી ચ’ડાવવામાં આવે છે. એ તળાવ અથવા ટાંકીમાંથી મો’ટા મો’ટા નળો મૂકવામાં આવે છે. તે મો’ટા નળને પછી ના’ના, પછી તેથી ના’ના, એમ નળો, એક પછી એક જોડવામાં આવે છે. તે છેક આપણા ઘર પાસે આવતાં ના’નામાં ના’ની નળી થાય છે, જે ઘરની અંદર ગોઠવવામાં આવે છે. આપણે ઉપર જણાવી ગયા છીએ કે પાણી જેમ બને તેમ સમપૃષ્ઠ થવા યત્ન કરે છે. એ નિયમે તળાવમાંથી કે ટાંકીમાંથી નિકળીને મો’ટા ના’ના ભૂંગળાઓ વાટે થઈ આવનારૂં પાણી તળાવ અથવા ટાંકીની સપાટીની ઉંચાઈ જેટલે ઉંચે સુધી જવા યત્ન કરે એ દેખીતું છે. તળાવનું સ્થળ હમેશાં ઊંચાણમાંજ પસંદ કરવામાં આવે છે, તેમ ટાંકીઓ ઊંચે બાંધવામાં આવે છે તેનું કારણ હવે તમારા લક્ષમાં આવ્યું હશે. જો એ તળાવ કે ટાંકી ઉંચી જગાપર ન હોય તો પાણી ઘરમાં ઉંચે ચ’ડે નહિ. જે પ્રમાણે ઉપલા પ્રયોગમાં બધી નળીઓમાં પાણી સરખી ઊંચાઇએ રહેતું હતું, તે પ્રમાણે આ મો’ટા પ્રયોગમાં, એક બીજા સાથે ભૂંગળાઓ વડે સંબંધ રાખનાર તળાવમાં અને ઘરમાં મૂકેલી નળીમાં પણ પાણી સરખી ઊંચાઇએ રહેવું જોઇએ એ અનુમાનથી પાણીના નળની ગોઠવણ કરવામાં આવી છે.

આપણે કહી ગયા કે પાણી જેમ બને તેમ પોતાની સપાટી સમતલ રાખવા યત્ન કરે છે, અને તે નિયમથી જ તળાવમાંથી ભૂંગળાવાટે નળમાં આવનારૂં પાણી તળાવ જેટલી ઉંચાઈ સુધી ચ’ડવા યત્ન કરે એ સ્વાભાવિક છે. પરંતુ ‘યત્ન કરે છે’ એમ કહેવામાં શો હેતુ છે? આપણે એમ કેમ નથી કહેતા કે તેટલી ઉંચાઇએ ચ’ડે છે જ? કારણ કે નિયમ પ્રમાણે તો તેમ થવુંજ જોઇએ. આવો વિચાર તમારા મનમાં તરજ ઉઠશે અને વળી કોઈ તો આગળ વધીને એમ પણ સવાલ પૂછશે કે સ’વારમાં તો હમારે બીજે ત્રીજે માળે પાણી ચ’ડતું નથી ત્યારે તમારો નિયમ કયાં ગયો?

આ શંકાનું સમાધાન આપતાં પહેલાં એક બાબત જણાવવી યોગ્ય લાગે છે, જે લક્ષમાં રાખવા જેવી છે. તે એ કે, સૃષ્ટિમાંનાં સ્વાભાવિક કાર્યો અથવા તો માણસોવડે થતી ક્રિયાઓ કે બનેલા કૃત્રિમ પદાર્થો હમેશાં એક જ નિયમનાં કાર્યો હોય છે એમ સમજવું નહિ. દાખલા તરીકે, ચાક જેવી એક સામાન્ય વસ્તુની રચનામાં જૂદા જૂદા એટલા નિયમોનો અમલ થાય છે કે તે બધાનું યથાર્થ જ્ઞાન મેળવવાને એક બે તો શું પણ પાંચ છ વિદ્યાઓના નિયમો જાણવા પડે છે; ટુંકામાં, સૃષ્ટિમાંની ઘણી ચીજો અને ઘણા બનાવો એક જ નિયમના અમલથી ઉત્પન્ન થયેલા હોતાં નથી, પરંતુ તેમની ઉત્પત્તિમાં અનેક નિયમોનો અમલ કારણરૂપ હોય છે. તેમાં વળી જ્યારે એક બીજાને અનુકૂળ, એક જાતિના એટલે એક પ્રકારનાં જ ફળને ઉપજાવનારા નિયમો એકઠા થાય છે ત્યારે તો જે પદાર્થ અથવા બનાવ બને છે તેમાં તે સર્વ નિયમોનું ફળ એકઠું થઈ એક બીજાને મદદ કરે છે, જેથી બધા નિયમોનું યથાર્થ વહન થયેલું જણાય છે. પરંતુ

તેમાં જ્યારે વિરોધી, પ્રતિકૂળ એટલે એક નિયમથી બીજા નિયમનું ફળ તદ્દન જૂદુંજ હોય એવા નિયમો એકત્ર થાય છે ત્યારે તે બધા નિયમોનું ફળ એક બીજાને તોડતાં બાકી જે રહે તેટલું જ આપણને જણાય છે, તેથી અમુક નિયમનું ફળ ઓછું થયેલું લાગે છે. માટે જ્યારે સ્થાપિત નિયમથી ફળ ઓછું જણાય અથવા તદ્દન ન જણાય ત્યારે તે નિયમ ખોટો છે એમ ધારતાં પહેલાં જોવું કે બીજા કોઈ થોડા અથવા ઘણા બળવાળા વિરોધી નિયમોનો આ કામમાં અમલ થયો છે કે કેમ?

આ જ કારણથી આપણે ઉપર જે નિયમ કહ્યો છે તેમાં કંઈ બાધ આવતો નથી. ત્યારે જે બીજા નિયમોને લીધે પાણી પૂરેપૂરી ઉંચાઈ સુધી ચ'ડવા રૂપ ફળ થતું અટકે છે તેને તપાસીએ. પ્રથમ તો જે ભૂંગળા અને નળીઓની અંદર થઇને પાણી આવે છે તેમની દીવાલોના અને પાણીના સંબંધથી ઘર્ષણ શરૂ થાય છે. એક સપાટી પરથી બીજી ચીજને લઈ જતાં પેલી સપાટી એક જાતનો પ્રતિયત્ન કરે છે; આ પ્રકારના પાણીને નડતા સામા જોરને ઘર્ષણ એવું નામ આપેલું છે. ગાડીઓને રસ્તાપર ખેંચતા ઘોડાઓને રસ્તામાંથી ઉત્પન્ન થતાં ઘર્ષણનું બળ નડે છે. જેથી ગાડીઓને ખેંચવા માટે ઘોડાઓને તે ઘર્ષણનાં બળ કરતાં વધારે બળ વાપરવું પડે છે. એ તો સ્પષ્ટ છે કે વધારે બળ હોય તે થોડા બળને જિતે. જેમ રસ્તો ખડબચડો અથવા ઓછો સપાટ હોય તેમ ઘર્ષણનું બળ વધારે અને ટ્રામવેવાળાઓ તથા આગગાડીવાળાઓ પાટા નાંખે છે તે ઘર્ષણનું બળ ઓછું કરવા સારુ જ. એમ કરવાથી ઘોડાઓનું અથવા વરાળનું જોર ઘર્ષણના બળને તોડવામાં વાપરવું પડતું નથી અને વધારે ભાર ઝડપથી

ખેંચી શકાય છે. આ પ્રમાણે ભૂંગળામાંના પાણીને આગળ વહેતાં ઘર્ષણને જિતવામાં થોડું બળ વાપરવું પડે છે, જેથી એની ઉંચે ચ'ડવાની શક્તિ ઓછી થાય છે.

વળી બીજો એક વિરોધી નિયમ પાણીની શક્તિને ઓછી કરે છે. આપણે કોઈ પણ ચીજ ઉંચે ઉછાળીએ છીએ ત્યારે આપણને થોડું જોર કરવું પડે છે. તે શા માટે? ચારે બાજુએ આવેલી હવામાંથી તે ચીજનો માર્ગ કરવા માટે. સઘળી દેખાતી ખાલી જગા હવાથી ભરેલી છે. પૃથ્વીની સપાટીથી ૪૫ માઇલ જેટલે ઊંચે સૂધી હવા છે. એ હવાને પણ વજન છે, અને તેથી પોતાના વજનના પ્રમાણમાં હવા દબાણ કરે એ સ્વાભાવિક છે. માણસની ઠઠમાંથી માર્ગ કરવાને કોઇને આમ, કોઇને તેમ, એમ ખસેડવામાં બળ વાપરવું પડે છે; તેમ હવાને આમ તેમ ખસેડી પોતાનો માર્ગ કરી લેવા માટે ચીજને, ઉછાળનાર માણસે, બળ આપવું પડે એ ઉઘાડું છે. તેમજ જે ચીજને વજન હોય છે તેને પૃથ્વી પોતાની તરફ આકર્ષે છે. તેથી જ્યારે કોઇ પણ પદાર્થને ઉંચે ઉછાળવો હોય ત્યારે એ આકર્ષણ શક્તિને જિતાય એટલું બળ વાપરવું પડે છે. વિચાર કરતાં જણાશે કે અત્રે કહેલી બંને પ્રકારની અડચણ પાણીને જમીનમાં રહેલાં ભૂંગળામાંથી ઘરની નળીમાં ઊંચે ચ'ડતા નડે છે. ત્યાં પ્રથમ સર્વત્ર રહેલી હવા તો નળીમાં પણ હોય છેજ એટલે તે હવાના દબાણ સામું પાણીને બળ વાપરવું પડે છે તથા પૃથ્વીના આકર્ષણનો નિયમ તો કોઈ પણ ઠેકાણે હવામાં–પાણીમાં–કે ખાલી જગામાં છોડતો નથી એટલે તે શક્તિના સામું પણ પાણીને બળ વાપરવું પડે છે.

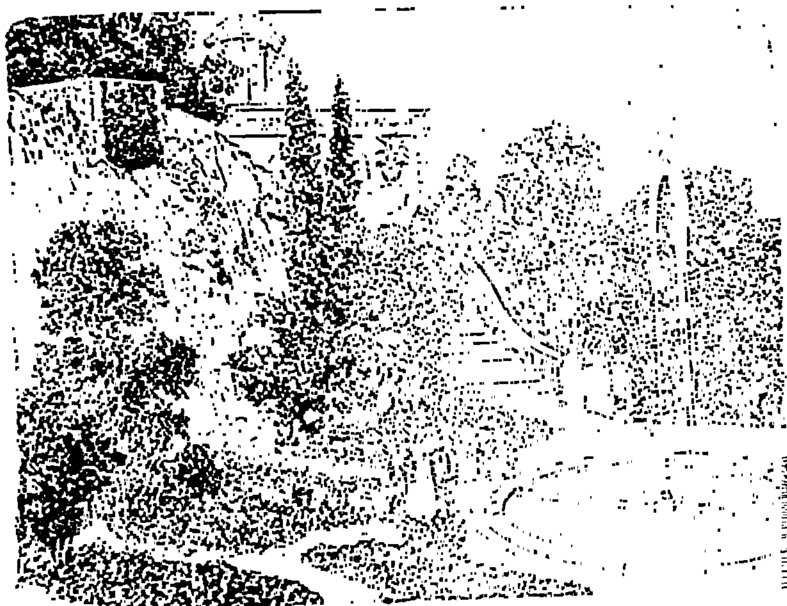
આ પ્રમાણે ઘર્ષણ, હવાનું દબાણ અને આકર્ષણની શક્તિ

એમ ત્રણની સામે થવામાં પાણીને બળ વાપરવું પડે છે; તેથી મૂળની પોતાની ઉંચે ચ'ડવાની શક્તિ ક્ષીણ (ઓછી) થતી જાય છે. કારણ કે પાણીમાં કંઈ ચેતન ક્રિયા નથી કે જેમ જેમ જોઇએ તેમ પોતાનું બળ વધારતું જાય; એ તો પોતાનું બળ-અમુક ઉંચાઈ સુધી ચ'ડવાનું-લઇને નીકળ્યું હોય તેમાંથી જ ખરચે, એટલે અંતે તે બળ ન્યૂન (ઓછું) થાય. હવે તમને સમજાયું હશે કે પાણી તળાવની કે ટાંકીની ઉંચાઈ જેટલે ઉંચેસુધી કેમ ચ'ડતું નથી.

અમુક વખતે પાણી ચાર માળસુધી ચ'ડે અને અમુક વખતે ન ચ'ડે એતું કારણ તો સામાન્ય દૃષ્ટિથી પણ જણાય એમ છે. સ'વારના પ્હોરમાં નીચલા માળવાળા બધા જ નળ કામમાં લેવામાં આવે તેથી પાણી નીચલેજ માળે કા'ડી લેવામાં આવે ત્યારે પછી તે ઉંચે શાનું ચ'ડે? નીચલા નળો ઉઘાડી આપણે પાણીનો રસ્તો બદલી નાંખીએ છીએ. પછી પાણીને ઉંચે ચ'ડવાપણું રહેતું નથી. કારણ કે તે વખતે ઉઘાડેલા નળસુધી જ નળીની ઉંચાઈ છે એમ આપણે સમજવું જોઇએ. તેમાં પણ જ્યારે પાણીનો વેગ મજબૂત હોય છે ત્યારે થોડું પાણી નીચલા નળ વાટે બહાર નિકળતાં છતાં બીજું થોડું ઉંચે ચ'ડે છે. પરંતુ તેને આધાર પાણીના વેગ પર છે.

બાગોમાં અને જાહેર જગાઓમાં મોટા મોટા ખુશનુમા પુઆરાઓ હોય છે, તેમાંથી પાણી ઘણું ઉંચે ઉછળતું જણાય છે. એવા મોટા પુઆરાશી ઘણે દૂર સુધી ઠંડક પ્રસરે છે અને તેથી બાગમાં લોકો હવા ખાવા જાય છે ત્યારે એવા ઠંડક આપનારા પુઆરા પાસે બેસી ઘણી વાર વિશ્રાંતિ લે છે. એવા પુઆરામાંથી પાણી ઉંચે કેવી રીતે ઉડી શકે છે તે તો તમે હવે તરત સમજી શકશો. આ પાસેનું ચિત્ર

એક સારા બગિચાની અંદર આવેલા એવાજ સુંદર પુઆરાનું છે. જે જોઇને તમને જરૂર આનંદ થયા વિના રહેશે નહિ. વળી એ ચિત્રમાં પાણી ઉંચી ટાંકીમાંથી કેવી રીતે અને કયે રસ્તે નીચે આવે છે તે પણ જણાય છે. આપરથી તમારા



ચિત્ર ૧૪ મું ફુઆરો.

ધ્યાનમાં આવ્યું હશે કે જ્યાં આવા પુઆરા હોય છે ત્યાં આપણે ઉપર જણાવી ગયા છીએ તે નિયમનો ઉપયોગ કરી કોઈ ઉંચા સ્થળપર ટાંકી ગોઠવામાં આવે છે અને તે-માંથી નળ મૂકી તેને પુઆરાની નીચે છોડવામાં આવે છે.



જૂદી જૂદી જાતના દીવાઓ.

દોહરો.

વર્ત્તિ સ્નેહવશ ક્રોધિ પણ કરે સદા શુભકામ;
*વર્ત્તિ †સ્નેહવશ દીપ થઇ, અગ્નિ સુહાવે ધામ. ૧
ઉડતી વસ્તુ યંત્ર પડિ, બને મનુષ્યની દાસ;
પ્રજળીને પંડે જુઓ, પ્રકાશ દેછે ગ્યાસ. ૨
વિજળી પણ વાળંદની પેઠ કરે છે દીપ;
સઉ વસ્તુના શિર ઉપર, હુન્નરતણી છે ટીપ. ૩

મનુષ્ય પ્રાણીને ઉપયોગી સાહિત્યમાં ઉષ્ણતા (ગરમી અને પ્રકાશ (અજવાળું) એ બે મુખ્ય છે. માણસો જ્યારે કેવળ જંગલી સ્થિતિમાં હતા ત્યારથી આરંભીને એ બેનો ઉપયોગ કરતા આવ્યા છે; અને તે વખતે સૂર્યથી મળતી ગરમી અને અજવાળાથી તેમને સંતોષ માનવો પડતો હતો. પરંતુ જેમ જેમ માણસોના વિચાર ખુલતા ગયા અને તેઓ વિદ્યાનું જ્ઞાન મેળવતા ગયા તેમ તેમ એ બે વસ્તુઓ મેળવવાની સુગમ યુક્તિઓ તેમના હાથમાં ધીમે ધીમે આવતી ગઇ અને આજે આપણે ચાલુ સ્થિતિએ પહોંચ્યા છીએ.

પ્રકાશ અથવા અજવાળું મેળવવાની જેજે યુક્તિઓ વ્યવહારમાં ચાલુ છે તે દરેક વિષે થોડું થોડું બોલીએ.

મીણબત્તી–ઘણીખરી જનાવરોની ચરબીમાંથી બનાવવામાં આવે છે. પહેલાં ચરબીને તપાવી સો શેર ચરબીએ ચૌદ શેર ચૂનો નાંખવામાં આવે છે. અને પછી તેમાં પાણી રેડવામાં આવે છે. આમ કરવાથી ચૂનાના અને ચરબીમાંના એક પ્રકારના એસિડનો સંયોગ થાય છે, તેમાંથી એક પદાર્થ બને છે; ચરબીમાંનું તેલ પાણીમાં મળી જાય છે,

* દીવેટ. † તેલ.

અને તેને બહાર કા'ડી નાંખવામાં આવે છે. પેલા પદાર્થમાં સલ્ફ્યુરિક એસિડ નાંખી તેને જરા તાપની આંચ દેવામાં આવે છે. આમ કરવાથી ચૂનાની સાથે પેલો પદાર્થ મળી જાય છે, અને તેમાંથી એક પદાર્થ બાકી રહે છે, જેની મીણબત્તી બનાવવામાં આવે છે. આ પદાર્થમાં બે પ્રકારનાં એસિડ રહેલાં હોય છે, જે મીણબત્તી બળે છે ત્યારે પ્રકાશ આપવામાં મુખ્ય સાધનભૂત થાય છે. ચરબીની બનાવવામાં આવે છે તેજ પ્રમાણે કોપરેલની પણ મીણબત્તીઓ બનાવવામાં આવે છે. જાતજાતની સુગંધીદાર મીણબત્તીઓ પણ બને છે.

ગ્યાસ–કોલસામાંથી કા'ડવામાં આવે છે. આગગાડી આગબોટ, મીલો વગેરેમાં જે વિલાયતી કોલસો વપરાય છે તે જાતના કોલસામાંથી ગ્યાસ બનાવવામાં આવે છે. એ કોલસાને ખનિજ કોલસો કહેવામાં આવે છે; કારણ કે તે ખાણમાંથી નીકળે છે. ઈંગ્લન્ડમાં આવા કોલસાની ઘણી ખાણો છે. હિંદુસ્તાનમાં પણ રાણીગંજ વગેરે સ્થળે એવી ખાણો જડી છે. ખાણમાંથી આ કોલસાને પત્થરની માફક ખોદીને કા'ડવામાં આવે છે. માટી, રેતી, અને પત્થરના પડોની નીચે આ કોલસાની ખાણો હોય છે. એ ખાણોમાં થોડા થરો હોય છે, પાછા નીચે માટી, રેતી, વગેરેના થરો આવે છે, અને તેની નીચેથી પાછા કોલસા નીકળે છે.

ગ્યાસના દિવા કરવા હોય છે ત્યાં ઘણું કરીને આ ખનિજ કોલસોજ વાપરવામાં આવે છે. બાકી લાકડામાંથી કે બીજી જાતના કોલસામાંથી પણ ગ્યાસ બનાવી શકાય છે. એક નળીનું *એક તરફનું મો'ડું બંધ કરી તેમાં એ કોલસાના

---

* કુંભારો માટીની તમાકુ પીવાની વિલાયતી ઘાટની ચલમ બનાવે છે તે અથવા સાધારણ માટીનો હુક્કો પણ ચાલશે.

એચાર કકડા નાંખી તેને જરા દેવતાની આંચ દેશો તો ઉઘાડા નાકા તરફ ધૂમાડો નીકળવા માંડશે. એનેજ ગ્યાસ કહેવામાં આવે છે. એ ગ્યાસની પાસે દીવો ધરશો તો તરત તે સળગશે. ચૂનાના પાણીમાંથી આ ગ્યાસને કાડવામાં આવ્યા પછી જો સળગાવવામાં આવે છે તો બહુ સ્વચ્છ અજવાળું આપે છે. મુંબઈમાં શહેરના ફાનસોમાં આવા ગ્યાસના દીવા થાય છે. ગ્યાસ કંપની ઉપર પ્રમાણે ગ્યાસ બનાવી નળીઓ વાટે છોડે છે. ઘણે ખરે ઠેકાણે ગ્યાસના દીવા માટે આ પ્રમાણેજ ગ્યાસ તૈયાર કરવો પડે છે. પરંતુ અમેરિકામાં અને રૂશિયાના દક્ષિણ ભાગમાં પૃથ્વીની અંદરથી આવો ગ્યાસ તૈયાર નીકળે છે. એવે ઠેકાણે એક બાકોરૂં પાડી તેમાં નળી ઉતારી, નળીવાટે ગ્યાસ બહાર કા'ડી જ્યાં લઈ જવો હોય ત્યાં લઈ જવામાં આવે છે. અમેરિકાના પીટ્સબર્ગ પાસે ગ્યાસના આવા બહુ ઝરણો છે. અને તેમાંથીજ ગ્યાસ કા'ડી આખા શહેરમાં તેને વહેંચી તેનાજ દીવા કરવામાં આવે છે.

પેટ્રોલિયમ-એક જાતનું તેલ છે. આપણાં લોકો ઘાસલેટ અથવા ગ્યાસલેટ કહે છે તે આમાંથી જ નીકળે છે. પેટ્રોલિયમ પણ પૃથ્વીમાંથી નીકળે છે. ઘણે ઠેકાણે આ પેટ્રોલિયમના કૂવાઓ અને ઉપર કહેલા ગ્યાસના ઝરણો પાસે આવેલા હોય છે. ઉત્તર અમેરિકા અને રૂશિયાના દક્ષિણ ભાગમાં આ તેલ બહુ જથાબંધ નીકળે છે. ઘણી વખતે તો એની ધાર એટલા જોરથી પુટે છે કે જે યંત્રથી ખોદતા હોય છે તે બધુંએ ઉડીને કયાંનું કયાં જઈ પડે છે. પૃથ્વીમાંથી તરત નીકળેલું પેટ્રોલિયમ કચરાવાળું અને પીળાશ પડતું હોય છે. તેને શુદ્ધ કરવાને મો'ટા મો'ટા ત્રીસ ચાળીસ હજાર ગેલન માય એવડા હાંડાઓમાં ઘાલી થોડી ગરમી આપવામાં આવે

છે. જેમ જેમ ગરમ થતું જાય છે તેમ તેમ વરાળના રૂપમાં જૂદાજૂદા પદાર્થો અંદરથી નીકળી જાય છે. આ તેલનો ખપ દિવસે દિવસે બહુ વધતો જાય છે. હિંદુસ્તાનમાં રાવળપિંડી પાસે આ તેલના કૂવાઓ જડ્યા છે એમ કહેવામાં આવે છે

વિજળી–ના દીવા તો ભાગ્યેજ બધાના જોવામાં આવ્યા હશે. મુંબઈમાં કૉફર્ડ માર્કેટમાં હમેશાં વિજળીના દીવા કરવામાં આવે છે. વિજળીના દીવાનું અજવાળું બહુજ ભપકદાર હોવા છતાં સૌમ્ય અને ઠંડું ચાંદની જેવું લાગે છે. બીલકુલ હવા કા'ડી લીધેલો કાચનો ના'નો કે મો'ટો ગોળો એ વિજળીના દીવાનું ફાનસ છે. તેમાં એક કોલસાની ચીપ બેસાડેલી હોય છે. તથા તેની બે બાજુપર બે તાર હોય છે, જેમાં વિજળી આવેથી પેલા કોલસાની ચીપ ચકચકતી થાય છે અને અજવાળું આપે છે. વીજળીના દીવા એટલા તો ઝીણા બની શકે છે કે તેમને બટનની ઠેકાણે ઘાલી શકાય છે, અને તેમના તારમાં વીજળીનો પ્રવાહ એક ના'ની ગજવામાં રહી શકે એવી 'બૅટરીથી' અપાય છે.



વાતાવરણનું દબાણ.

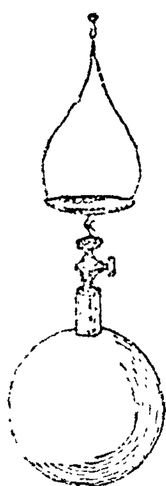
સવૈયેા.

શિરે ઉતારી થાળી વાળી છાણુતણેા લાડુ ધરિ વ્હેમ;
પછિ વાડકીમાં અંગારા લઇ રેાગીને કરવાને ક્ષેમ; ૧
ઉંધી પાડે થાળી અંદર વાડકિ ઉપર પાણી છાણ–
રેડે તવ વાડકિ ચેાંટાડે વાતાવરણ તણુંજ દબાણ. ૨

સેારઠેા.

તે સમજ્યાવિણ મર્મ, ભેાળા અચરજમાં પડે;
સમજ્યે ભાગે ભર્મ, વાતાવરણ દબાણ છે. ૩

સાધારણ રીતે જાણીતેા વાયુરુપ પદાર્થ હવા છે. એ હવાને આપણે બીજા પદાર્થોની પેઠે નીચે પડીજતી દેખતા નથી. ત્યારે સર્વ પદાર્થોને ગુરુત્વાકર્ષણનું બળ નીચે ખેંચે છે એ શું ખેાટું કે? ના, તેમ નથી. હવા અને બીજા વાયુરુપ પદાર્થોપર ગુરુત્વાકર્ષણના બળની અસર આપણે જોઈ શકતા નથી તેનું કારણ તેમનું પૂર્ણ પ્રવાહીપણું અને વિસ્તાર પામવાની શક્તિ છે. ઘન અને પ્રવાહી પદાર્થોની પેઠે તેમને પણ વજન છે એમ સાબીત કરીશું ત્યારે તમારી ખાત્રી થશે કે ગુરુત્વાકર્ષણનું બળ હવાપર પણ ચાલુજ છે.



ચિત્ર ૧૫ મું.
કાચનેા ગેાળેા.

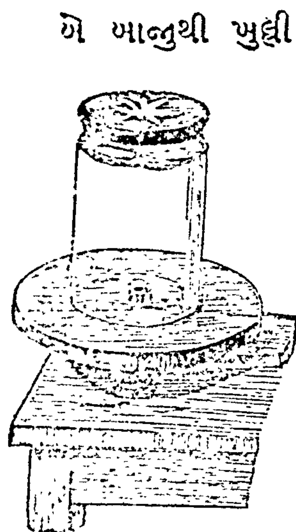
હવાને વજન છે એ વાતની ખાત્રી કરવી હેાય તેા પાસેની આકૃતિમાં બતાવવામાં આવ્યેા છે એવેા ત્રણશેર ચારશેર માય એવડેા એક કાચનેા ગેાળેા, જેનું મ્હેાડું બંધ કરવાનેા પિત્તળનેા નળવાળેા બુચ હેાય છે તે લેા. વાયુ

કા'ડી નાંખનારા વાયુશોષક યંત્રપર તેને મૂકો અને માંહેથી હવા શોષી લઈ નળવાળો બુચ બંધ કરીને તેને આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે એક નાજુક તાજવાની નીચે લટકાવો. આ પ્રમાણે જોખી તેનું વજન નોંધી લો. પછી પેલો નળ ખુલ્લો મૂકી હવાને માંહે પેસવા દઈ તેનું ફરી વજન કરો. હવે હવાનો ભાર વધવાથી એ તાજવું નીચે બેસવા માંડે છે. જેટલું વધારે વજન થાય છે તે આ ગોળામાં રહેલી હવાનું સમજવું. આ પ્રમાણે બીજા વાયુરુપ પદાર્થોનું પણ વજન શોધી કા'ડવામાં આવ્યું છે. વાતાવરણના સામાન્ય દબાણ આગળ ૧૦૦ ઘન ઈંચ હવાનું વજન ૩૧ ગ્રેન થાય છે; પરંતુ તેટલાજ હાઈડ્રોજનનું વજન ૨.૧૪ ગ્રેન થાય છે.

આ પ્રમાણે વજનવાળી હવા નીચે રહેલા પદાર્થોપર તથા નીચેની હવાપર, દબાણ કરે એ સ્વાભાવિક છે. આ દબાણને વાતાવરણનું દબાણ કહે છે, કારણ કે પૃથ્વીને બધી તરફ વીંટાયલી હવાના સમૂહને 'વાતાવરણ' એવું નામ આપવામાં આવ્યું છે. આ વાતાવરણનું દબાણ જેમ જેમ ઉંચે જઇએ છીએ તેમ તેમ ઓછું થતું જાય છે. કારણ કે જો આપણે વાતાવરણને હવાના એકસરખા આડા થરથી બનેલું ધારીએ તો તરત લક્ષમાં આવે છે કે પૃથ્વીની પાસેના એટલે સૌથી નીચલા થરોપર વાતાવરણના ઉપરના ભાગનું વજન ઘણું હોવું જોઇએ અને તેથી ત્યાંની હવા જાડી હોવી જોઇએ; તથા જેમ જેમ ઉંચા થરો લઇએ તેમ તેમ તેઓ ઓછા ને ઓછા દબાયલા અને તેથી ઓછા ને ઓછા ઘટ હોવા જોઇએ. આનું એમ પણ વર્ણન થઈ શકે કે જેમ ઊંચે જઇએ છીએ તેમ હવા પાતળી થતી જાય છે. આમ છે તેથી હવાનું સામાન્ય વજન કા'ડવામાં આવે છે તે દરિયાની સપાટી પાસેનુંજ

કા’ડવામાં આવે છે. આ વાતાવરણનું દબાણ કેવું સખ્ત છે તે નીચેના પ્રયેાગપરથી સમજાશે.

બે બાજુથી ખુલ્લી પાંચ ઈંચ ઉંચી કાચની બરણીના મ્હોંપર એક રબરનેા કકડો એવી રીતે બાંધેા કે બાજુથી જરાપણ હવા પેસવા પામે નહી, અને બીજી તરફના મ્હોંને વાયુશેાષક યંત્રપર મૂકેા. પ્રથમ તેા ઉપરની હવા રબરને નીચે દાબે છે પણ બરણીમાં રહેલી હવા રબરને ઉપર તરફ દાબે છે એટલે બન્ને દબાણ એકબીજાથી હણાઇ જાય છે ને કંઇ અસર જણાતી નથી. પરંતુ હવે અંદરની હવાને યંત્રવડે શેાષી લેા. જેમ જેમ અંદર હવા એાછી થતી જશે તેમ તેમ બહારની હવાના દબાણની અસર રબરપર થતી દેખાશે. ધીમે ધીમે એ દબાણ એટલું તેા વધશે કે રબરને ખૂબ દાબી નાંખશે; અને આખરે જ્યારે અંદરની હવા તદન શેાષાઈ જશે ત્યારે બહારની હવાનું દબાણ રબરને મેા’ટા ધડાકાસાથે ફાડી નાખશે.

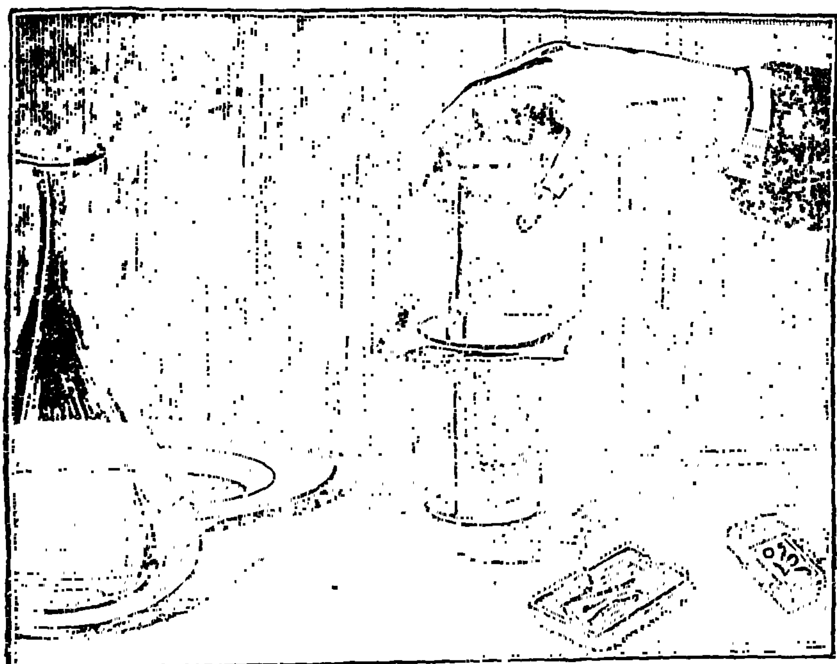


ચિત્ર ૧૯ મું. કાચની બરણીપર પ્રયેાગ.

આપણેા હેતુ જેમ બને તેમ એવા પ્રયેાગેા બતાવવાનેા છે કે કેાઇ પણ માણસ પેાતાની મેળે કેાઇની મદદવિના કે મેા’ટા ઉપકરણેાની સહાયતા વિના કરી શકે. ઉપરના પ્રયેાગમાં વાયુશેાષકયંત્રની જરૂર પડતી હેાવાથી બીજો એવેા પ્રયેાગ વર્ણવીએ કે જે સામાન્ય વસ્તુઓથી બની શકે.

બે સરખા કદના એકજ જાતના પ્યાલા લેા. તેઓ એકબીજાપર બરાબર બેસતા છે એટલું ચેાકસ જૂઓ. તેમાંના

એક પ્યાલાને ટેબલપર મૂકી તેમાં મીણબત્તીના એક કકડાને સળગાવીને મૂકો. તથા તેના મ્હોપર પાણીમાં પલાળેલો એક જાડો કાગળનો કકડો મૂકો. અને એ પ્યાલાપર ચિત્રમાં છે તેમ બીજા પ્યાલાને ગોઠવો. હવે ઉપરના પ્યાલાને ઉઠાવવાનો યત્ન કરશો તો બે પ્યાલાઓ એકબીજાને સજ્જડ



ચિત્ર ૧૭ મું હવાનું દબાણ તપાસવાનો સામાન્ય પ્રયોગ.

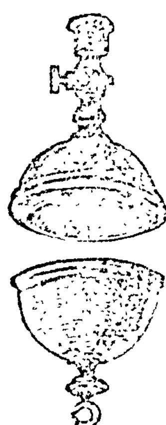
ચોંટી ગયેલા લાગશે. મીણબત્તી અંદર હોલવાઇ ગઇ હશે. પરંતુ તેના બળવાથી પેલા નીચેના પ્યાલામાંની હવા પાતળી થઈ ગઇ છે; અને બહારની હવાના દબાણથી તથા ઉપરના પ્યાલાની અંદરની હવાના દબાણથી પ્યાલાઓ એક બીજાને સજ્જડ ચોંટી ગયા છે ઉપરના પ્યાલાને ઝાલીને ઉંચો કરશો તો નીચેનો પણ તેની જોડે ઉંચકાઇ આવશે.

હવા ચારે બાજુએ દબાણ કરે છે.

દોહરો.

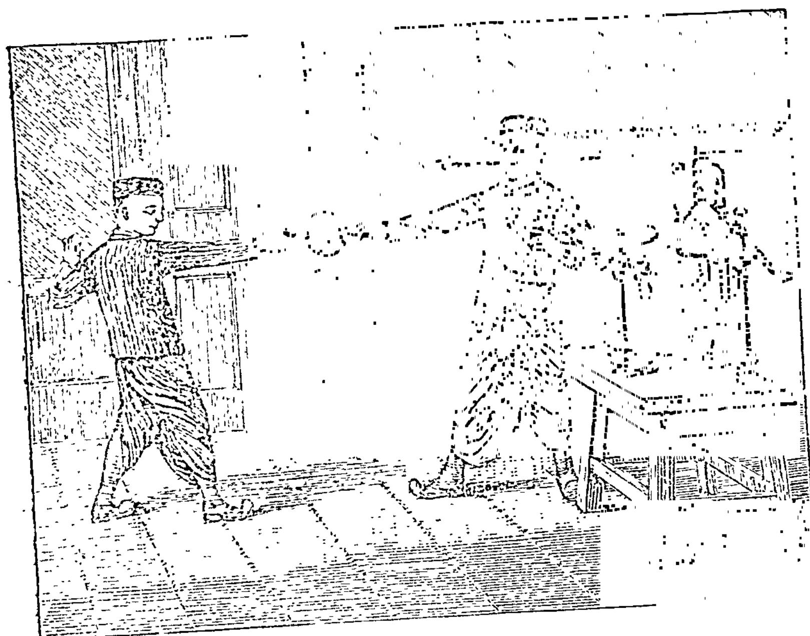
દે છે સઘળી તરફથી, વાતાવરણ દબાણ;
તેના ખેલ જૂઓ કરી, સત્વર થવા સુજાણ. ૧

આપણે પાછળ જોયું છે કે વાતાવરણ કેવું દબાણ કરે છે. હવે બતાવવામાં આવનાર પ્રયેાગપરથી જણાશે કે આ હવાનું દબાણ બધી બાજુએ કાર્ય કરે છે. આ પ્રયોગ પ્રખ્યાત ગેલિલીઓના શિષ્ય ઓટોવોન ગ્વારીક નામના વિદ્વાને શોધી કા'ડયો છે. એ પ્રયેાગ આ પ્રમાણે થઇ શકે છે; એક બીજાપર બરોબર બેસે એવા ચાર સાડાચાર ઇંચ વ્યાસના પોલા પિત્તળના અર્ધગોળ લઇ, તેને એકઠા કરી તેની કોરપર લાપી લગાડવામાં આવે છે કે જેથી હવાને અંદર પેંસવાનો રસ્તો રહે નહિ. પાસેના ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે. તેમાંનો એક અર્ધગોળ જે નળવાળો હોય છે તેને એ નળ ખુલ્લો કરી વાયુશોષકયંત્રપર મૂકવામાં આવે છે. જ્યાં સુધી આ અર્ધગોળાઓની અંદર હવા છે ત્યાં સુધી તેમને સહેલાઇથી જૂદા કરી શકાય છે. પણ જ્યાં અંદરની હવા વાયુશોષકયંત્રવડે શોષી લીધી કે પછી ખાસ જોર કર્યા વગર તેમને છૂટા પાડી શકતા નથી. તેમાંનો વાયુ શોષાઇ રહ્યા પછી વાયુશોષકયંત્રથી એ બે અર્ધગોળાઓને છૂટા પાડતા પહેલાં પેલો નળ બંધ કરી દેવો જોઇએ જેથી બીજી નવી હવા અંદર તે રસ્તેથી પેંસે નહિ. આ પ્રમાણે અંદર



ચિત્ર ૧૮ મું.
અર્ધગોળો.

હવા વિનાના એ બે એકઠા રહેલા અર્ધગોળાને ગમે તે સ્થિતિમાં રાખવામાં આવે છે તોપણ તેમને એકદમ છૂટા પાડી શકાતા નથી. આથી એમ ઠરે છે કે હવા બધી બાજુએ દબાણ કરે છે. આપણે આગળ જોઇશું કે વાતાવરણ દર ચોરસ ઇંચપર ૧૫ રતલ જેટલું દબાણ કરે છે. તેથી જો ઉપરના



ચિત્ર ૧૯ મું. અર્ધગોળોને છૂટા પાડવાની ક્રિયા.

પ્રયોગમાં ગોળાનું ક્ષેત્રફળ દસ ચોરચ ઇંચ જેટલું ધારીએ તો વાતાવરણનું દબાણ લગભગ ૧૫૦ રતલ જેટલું હોવું જોઇએ. અને તેથી તેમને છૂટા પાડવાને આપણે એટલું બળ વાપરવું જોઇએ.

આ ઉપકરણને 'મેગડેબર્ગ હેમિસ્ફીઅર્સ' કહે છે. એ શોધી કા'ડનાર ઓટોવોનગ્વારીકે ૨ ફીટ વ્યાસના અર્ધ ગોળો બનાવ્યા હતા; જ્યારે તેમને એક બીજા સાથે લગાડી

વીંટાયલી છે અને તેથી તેમનાપર પોતાના વજનના પ્રમાણમાં દબાણ કરે એ સ્વાભાવિક છે. પાછળ આપણે જોયું છે કે આ હવાનું દબાણ ચારે બાજુએ હોય છે. અને તેથી હવાનું ઉંચે તરફનું દબાણ કાગળ અને પાણીને પડતાં અટકાવે છે. જો કે પાણી સાથે સરખાવતાં હવા ઘણો હલકો પદાર્થ છે તો પણ તે ઘણું દબાણ કરે છે કારણ કે વાતાવરણ ઘણી ઉંચાઇવાળું છે.

જો પ્યાલામાં પાણીને બદલે હવા ભરશો તો પ્યાલાને ઉંધે મ્હોડે પકડવાથી કાગળ નીચે પડી જશે; કારણ કે પ્યાલાની અંદરની હવા બહારની હવાના જેટલું જ દબાણ કરે છે, અને તેથી એ બે સામસામા દબાણોની કાગળ પર કંઈ અસર ન થવાથી, કાગળ પોતાના વજનને લીધે નીચે પડે છે. આથી તમને સમજાયું હશે કે પાણીથી ભરેલા પ્યાલામાંનું પાણી, પ્યાલું ઉંધું કર્યા પછી, ન ઢોળાવામાં કાગળનો કકડો કંઇ કારણ નથી પણ બહારની હવાનું દબાણ કારણ છે. કોઇ પૂછશે કે જ્યારે એમ છે ત્યારે આપણે ઉપરના પ્રયોગમાં પ્યાલાના મ્હોડાપર જો કાગળનો કકડો ન ઢાંકયો હોય તોપણ જરાએ પાણી બહાર નીકળ્યા વગર શું આપણે પ્યાલાને ઉંધો પકડી શકીશું? હા, તેમ થાય, પણ વ્યવહારમાં પાણીથી ભરેલા પ્યાલાને એટલી બધી સપાટ અથવા સ્થિર રીતે પકડી શકવું મુશ્કેલ છે કે જેથી હવા અને પાણીનાં દબાણો દરેક બિંદુએ એકજ રીતે પોતાનાં કાર્ય કરી શકે. કોઇ ઠેકાણેથી પ્યાલું લગાર પણ વાંકું રહી જાય તો એક જગાપરના દબાણમાં બીજી જગાના દબાણથી ફેર પડે, અને એક જગાથી હવા ઉપર તરફ એટલે પ્યાલામાં પોતાનો રસ્તો કરે એટલે બીજી જગાથી પાણી બહાર વહેવા માંડે. આથી કાગળ ઢાંકયા વગર એ પ્રમાણે કરી શકાતું નથી.

સિક્કાને લાકડાપર એમને એમ ચોંટાડવાની રીત.

ઉધોર છંદ.

અંતરનો પવન કરી અલ્પ, આણો યત્ન ગરમી અનલ્પ;
તો જડનેય વળગે દામ, ઉદ્યમિ કયમ ન લે ધન ધામ? ૧

હવાના દબાણના સંબંધમાં વળી એક બીજો નવાઈ જેવો પ્રયોગ આપણે કરીએ. એક પૈસો કે પાઈ કે કોઇ પણ સિક્કો લઈ તેને જરા સુંવાળા લાકડાના બુક કેસપર કે સારા લાકડાની બારસાખપર જરા ભાર દઈને દાબો અને થોડી સેકંડ સૂધી તે સિક્કાને આમ તેમ ઘસો, અને પછી તેને દાબીને આંગળી લઇલો.



ચિત્ર ૨૧ મું. લાકડાપર ચોંટેલો સિક્કો.

સિક્કો લાકડાને ચોંટેલો રહે છે. આનું કારણ એ છે કે ઘસવાથી તમે લાકડા અને સિક્કા વચ્ચેની હવાને કાઢી નાંખી છે, અને એમ થયું

એટલે પછી માત્ર બહારની હવાનું દબાણજ સિક્કાપર રહ્યું કે જેના જોરથી તે દબાઇ રહે છે. અથવા જો હવા સેહેજ-સાજ છે; રહી ગઈ હોય છે તો તે ઘસાયાથી ઉની થઈ પાતળી થઈ જાય છે; અને તેથી સાધારણ હવા જેટલું દબાણ કરી શકતી નથી. આમ થવાથી બહારની હવાના વધારે દબાણથી સીક્કો ચોંટી રહે છે.

હવાનું દબાણ કેટલું છે?

દોહરો.

કરી શકે જે જે કળા, તે કોથી ન કળાય;
હવા જેવી વસ્તુતણું, દબાણ માપી શકાય. ૧

હવા ચારે બાજુએ દબાણ કરે છે એમ આપણે જાણ્યું પરંતુ એ દબાણનું જોર કેટલું હશે એ હજી જાણવાનું બાકી છે. હવાનાં દબાણનું જોર કેટલું છે તે શોધી કા'ડવાને ટોરી-સેલી નામના વિદ્વાને જે પ્રયોગ કર્યો હતો તેનું ટુંકામાં વર્ણન કરીએ.

એક વાર (ત્રણફીટ) લાંબી અને અંદરથી પા ઇંચ વ્યા-સની એકજ બાજૂથી ઉઘાડી એક નળી લઇને તેને પારાથી પૂરેપૂરી ભરી તેના મ્હોંપર અંગુઠો ઢાંક્યો; પછી એ નળીને ઉંધી વાળી પારાથી ભરેલા એક પતેલામાં ઘોંચી. જેવી નળીને બરાબર સીધી તેમાં ઝાલી કે તે નળીમાંનો પારો થોડો નીચે ઉતરી ગયો; અને થોડીવાર આમ તેમ ઉંચો

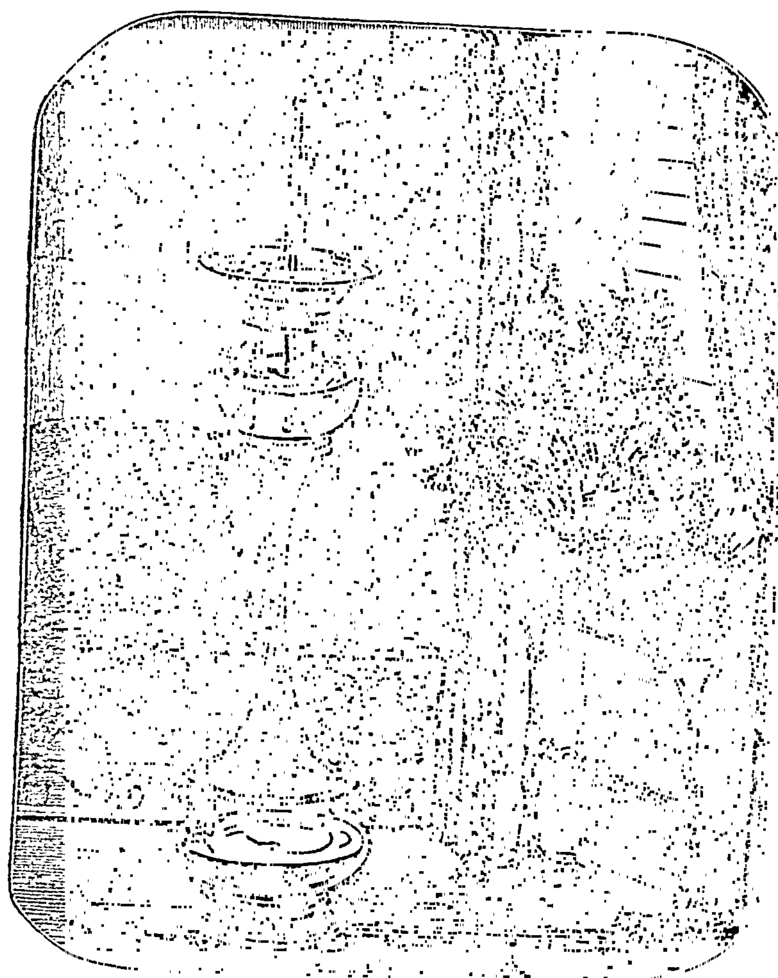
નીચો થયા પછી એક ઠેકાણે સ્થિર રહ્યો. એ વખતે નળીની અંદરના પારાની ઉંચાઈ પતેલામાંના પારાની સપાટીથી ૩૦ ઇંચિ જેટલી હતી. આ પ્રયોગ તમે કરી જોશો તો એજ પ્રમાણે થશે. પારાથી ભરેલી નળીમાં પારો આટલે ઉંચે સુધી ભરાયલો રહે છે એનું શું કારણ હશે? રકાબીમાંના પારાપર હવાનું જે દબાણ થાય છે તેને લીધે આટલો પારાનો સ્તંભ ટેકવાઈ રહે છે. કારણ કે નળીની અંદર બહારની હવાના દબાણની સામે થવાને બીજી હવા છે નહિ. જો એ નળીના માથાપર કાણું પાડી માંહે હવા દાખલ કરશો તો નળીમાં રહેલો પારો તરત પડીજશે અને પતેલામાંના પારાની સપાટી કરતાં સ્હેજ પણ ઉંચે રહેશે નહિ. આમ થવાનું કારણ એ છે કે અંદર હવા દાખલ કરવાથી બહારનું અને અંદરનું દબાણ આપણે સરખું કરી નાંખીએ છીએ. ત્યારે જૂઓ આપરથી એમ સિદ્ધ થાય છે કે હવાનું દબાણ પારાના ૩૦ ઇંચિના સ્તંભને ટેકવી શકે એટલું છે. તથા પ્રયોગની શરૂઆતમાં થોડો પારો નળીમાંથી નીચે ઉતરી ગયો તેનું કારણ એ કે તે વખતે પારાનું વજન હવાના દબાણથી વધારે હોવું જોઇએ. જેમ હવાનું દબાણ ઓછું થતું જાય છે તેમ તેનાવડે ટેકવાતો પારાનો સ્તંભ પણ ના'નો એટલે ટુંકો થતો જાય છે. જેમ ઉંચા પ્રદેશોમાં જઇએ છીએ તેમ હવા પાતળી અને હલકી થતી જાય છે તેથી તેનું દબાણ પણ ઓછું થતું જાય છે. અને એમ થવાથી નીચા પ્રદેશોમાં હવાનું દબાણ પારાનો જેટલો લાંબો સ્તંભ ટેકવી રાખી શકે છે તેટલો આ ઉંચેની હવાનું દબાણ ટેકવી શકતું નથી. આ ફેરફાર ઉંચાઇના પ્રમાણમાજ થતો હોવાથી વિદ્વાનો તેનો લાભ લઈ પર્વતોની ઉંચાઇને આ પ્રયોગ કરી માપે છે.

એમ ધારો કે ઉપલી નળીના ગોળ છેડાનું ક્ષેત્રફળ એક ચોરસ ઈંચ જેટલું છે. પારાના સ્તંભની ઉંચાઈ ૩૦ ઇંચ જેટલી છે. તો સ્તંભમાં ૩૦ ઘન ઈંચ પારો થયો. અને દર ઘન ઈંચ પારાનું વજન લગભગ અઠધો રતલ હોય છે તો ૩૦ ઘન ઇંચનું વજન લગભગ ૧૫ રતલ થયું. એટલે હવાનું-કહો કે વાતાવરણનું-દબાણ દર ચોરસ ઇંચે ૧૫ રતલ જેટલું છે એમ કહી શકાય.

હાયરોનો ફુવારો-હવાના દબાણ અને *સ્થિતિસ્થાપકતાના ગુણપરથી પાસેના ચિત્રમાં આપેલો સ્હેલથી કોઈપણ માણસ બનાવી શકે એવો ફુવારો ઈ. સ. પૂર્વે ૧૨૦ માં એલેક્સેન્ડ્રિયાના રહેનાર હાયરો નામના વિદ્વાને શોધી કા'ડયો છે. ચિત્ર ૨૨ માં બતાવ્યા પ્રમાણે એક પિત્તળની તાસક, બે કાચના ગોળાં તથા પિત્તળની તાસકનો નીચેના ગોળા સાથે સંબંધ કરાવતી એક લાંબી નળી, અને બે ગોળાઓને પરસ્પર સંબંધ કરાવતી બીજી નળી અને તાસકમાંથી ઉપલા ગોળાના નીચેના ભાગ સુધી જતી ત્રીજી નળી-આટલાવાના હોય છે, અને તે ઉપર જણાવેલા પોતપોતાના ઠેકાણામાં મજબૂત બેસાડેલાં હોય છે. પહેલાં આ ત્રીજી નળીને કા'ડી લઈ ઉપલા ગોળામાં થોડું પાણી ભરો. પછી પાછી એ નળીને ઘાલી તાસકમાં પાણી રેડો. લાંબી નળી મારફત પાણી નીચલા ગોળામાં ચાલ્યું જશે. એટલે તેમાંની હવા ઠેલાશે અને તે પેલી બીજી નળીવાટે ઉપલા ગોળામાં આવશે. ઉપલા ગોળામાં હવા આ

*સ્થિતિ સ્થાપકતા એટલે પોતાના કદમાં દબાણથી કંઈ ફેરફાર થયો હોય તો પેલા દબાણના જવાથી પાછા પોતાના મૂળ કદપર આવવાની શક્તિ, અને જ્યાં સુધી દબાણ હોય ત્યાં સુધી એ શક્તિના બળથી તે દબાણની સામે તેને હઠાવવા યત્ન કરવો તે.

પ્રમાણે દબાય છે કે તે પાણીપર પોતાનું બળ ચલાવે છે, અને ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે પાણીની સેરને ઉંચે ઉરાડે છે.



ચિત્ર ૨૨ મું. હાયરોનો ફુઆરો.

બહારની હવાનો અટકાવ અને ઘર્ષણ આ પાણીની સેરપર કાર્ય કરે છે. તેથી તે ઘણે ઉંચે સુધી ઉડી શકતી નથી.

જાદુઈ દર્પણ અને પ્રતિબિંબ.

હરગીત છંદ.

પ્રતિબિંબનાજ પ્રપંચથી, વિધવિધ ચમત્કૃતિ થાય છે,
તે દેખીને સામાન્યજન, આશ્ચર્ય-જળમાં ન્હાય છે;
વિદ્યા પ્રતાપથી તત્વ જાણી, ભ્રાન્તિમુક્ત થવાય છે,
વેદાન્તમાં પણ વિશ્વ દર્પણ વિષય એકજ ન્યાય છે. ૧

મ્હોડું જોવાના આરસા તો સૌના જોવામાં આવ્યા હશે. ગરીબમાં ગરીબથી તે મો'ટામાં મો'ટા શ્રીમંત લોકો ના'ના કે મો'ટા આરસા કે આરસીઓ રાખે છે. કપડાં પહેરીને મુખ જોવાને વાસ્તે પુરુષો, અને ચોટલા વાળવાને માટે સ્ત્રીઓ તેમનો બહુજ સાધારણ રીતે ઉપયોગ કરે છે. રડતાં બાળકને આરસીમાં કે મો'ટા આયનામાં તેના મ્હોડાનું પ્રતિબિંબ બતાવીએ છીએ તો ખુશી થઇ તે છાનું રહી જાય તથા તેમાં જોઇને રમ્યા કરે છે. એવા કાચના આરસા અથવા દર્પણમાં આપણું પ્રતિબિંબ શી રીતે જણાય છે એવો તમારા મનમાં કોઈ દિવસ વિચાર આવ્યો છે વારૂ ? તમારામાંના ઘણાને તેવી જીજ્ઞાસા ના'નપણમાં થઇ હશે, પરંતુ તેની સમજણ કોઇએ આપેલી નહિ એટલે બેશી રહેલા; અને પાછળથી દર્પણમાં જોવાની ટેવ પડી ગઈ એટલે એ બાબતપર તમારૂં લક્ષ પણ ગયેલું નહિ. ત્યારે હવે આપણે તે સંબંધી વિચાર કરીએ.

ઘણી વખતે દહાડે બારી બારણાની ફાટમાંથી કે છાપરાના કોઈ ના'ના કાણામાંથી સૂર્યનો તડકો એક બારીક સીધી લીટીમાં ચાલ્યો આવતો તમે જોયો હશે. તમને યાદ ન હોય તો હમણાંજ ઓરડાનાં બધાં બારી બારણાં બંધ કરી તપાસો

તો કોઇ પણ ઝીણી ફાટમાંથી આવી એક ઠેકાણે ભોંયપર પડતો ગોળ પ્રકાશ દેખાશે. ખરૂં જોતાં આ સૂર્યનો પડછાયો અથવા પ્રતિબિંબ છે. ઓરડાનાં બધાં બારી બારણાં બંધ કરવાથી અંદર અંધારું થાય છે, એટલે સૂર્યના આવતા પ્રકાશનો સીધો રસ્તો બરાબર જણાય છે, એટલુંજ નહિ પણ હવામાં ધૂળના જેવા કેટલા અસંખ્ય ઝીણા રજકણો ઉડે છે તે પણ પેલા પ્રકાશના માર્ગમાં દેખાય છે.

હવે એક નાની આરસી લો અને તેને એવી રીતે ચત્તી મૂકો કે પેલો સૂર્યનો આવતો પ્રકાશ તેનાપર પડે. તરત જ તમને જણાશે કે જેવો એ પ્રકાશ એના ઉપર પડે છે કે તેનું પરાવર્તન (Reflection) થાય છે, એટલે તે જાણે પાછો ફેંકાતો હોય એમ લાગે છે, અને જે દિશામાંથી એ પ્રકાશ આવે છે તેની અને જે દિશામાં આ પરાવર્તન પામેલો પ્રકાશ જાય છે એની આકૃતિ પાડીએ તો તે ✓ આવી હોય છે, હમેશાં આ ✓ આકૃતિની એક બાજું પેલા ચત્તાપાટ દર્પણની સાથે જેવડો ખૂણો કરે છે તેવડો જ બીજી બાજુ પણ કરે છે, અને સપાટ આરસો બરાબર સીધો હોય કે વાંકો હોય તોપણ પ્રકાશની અને પડછાયાની લીટીના આરસા સાથે થતા ખૂણાઓ સરખા જ રહે છે. ત્રિદ્યાના પુસ્તકમાં આ બાબતના નિયમનું આ પ્રમાણે વર્ણન કરે છેઃ પરાવર્તન કરનાર સપાટી પર જે ઠેકાણે તેના પર કિરણ પડે છે ત્યાં આગળ કાટખૂણે એક સીધી લીટી દોરી હોય તો તેની સાથે જે વડો ખૂણો આ કિરણની લીટી કરે છે તેવડો જ ખૂણો પેલા કિરણ મારફત આવતા પ્રકાશના થતાં પરાવર્તનની લીટી (દિશા) પણ કરે છે.

આ નિયમથી એમ પણ સાથે સાથે સિદ્ધ થાય છે

કે જો આરસા પર પડતા પ્રકાશના કિરણનો માર્ગ બરાબર સામો એટલે આરસાની સપાટીને કાટખૂણે હોય તો પછી ઉપલા નિયમમાં કહેવામાં આવેલી આરસાની સપાટીને કાટખૂણે દોરવાની સીધી લીટીની સાથે એ કંઇ પણ ખૂણો કરશે નહીં; કારણ કે એક જ સપાટીપર બંને કાટખૂણે છે એટલે કે તે એક જ દિશામાં છે. વળી જ્યારે આ કિરણની લીટી આરસાની સપાટીને કાટખૂણે હોવાથી કાટખૂણે દોરાતી લીટી સાથે કંઇ ખૂણો કરતી નથી ત્યારે પરાવર્તનની લીટી પણ ઉપલા નિયમ પ્રમાણે કરશેજ નહીં, અર્થાત્ તે પણ પરાવર્તન કરનાર આરસાની સપાટીથી કાટખૂણેજ રહેશે એટલે કિરણનો અને પરાવર્તનનો માર્ગ એકજ થશે. જે દિશામાંથી કિરણ આવે છે તેજ દિશામાં પાછું ફેંકાશે. એમજ થાય છે. આ રીતે ઉપર જણાવેલો નિયમ સર્વદા સત્ય ઠરે છે. આ પ્રમાણે દર્પણવડે સૂર્યનું જે અજવાળું પ્રતિબિંબિત થાય છે, તેને આપણા લોકો ઓળો કહે છે. તમે નાનપણમાં આરસી લઇને એવા ઓળા ઘણીવાર પાડયા હશે. સૂર્યના પ્રકાશના આ પ્રમાણે પડતા પ્રતિબિંબમાં તડકો હોવાથી છોકરાઓ એવી રીતે આરસો ફેરવે છે કે પ્રતિબિંબ સામા માણસના મ્હોંપરજ પડે, તથા તડકો મ્હોંપર આવવાથી જે સ્વાભાવિક અણગમો ઉપજે છે તે ઉપજે, અને સામો માણસ ચીડવાય. જૂઓ આવી બાળકની ચેષ્ટા (રમત) માંથી પણ વિદ્યાના સંબંધમાં કેવું કેવું ઉપયોગી જ્ઞાન મળે છે.

પરંતુ યાદ રાખજો કે પ્રકાશનાં કિરણોના માર્ગમાં કંઇ પણ વસ્તુ વચ્ચે આવવાથી તે પ્રસરતા અટકે છે અને તે વસ્તુની જે અંધારી આકૃતિ ભોંયપર કે સામે બીજા કશાપર પડે છે તે પ્રકાશ વિનાની આકૃતિને ઓળો કહેવાનો ચાલ છે.

આપણે હવે ઓળો શબ્દ એજ અર્થમાં અને પ્રતિબિંબ શબ્દ ઉપર વર્ણેલા અર્થમાં વાપરીશું.

ત્યારે હવે તો તમને સમજ પડી હશે કે આરસીમાં કે દર્પણમાં શા કારણથી પ્રતિબિંબ જણાય છે. જેમ સૂર્યના કિરણો દર્પણપર પડે છે તેમ દરેક વસ્તુથી અજવાળાંના કિરણો દર્પણપર કે એવી કોઇપણ ચળકતી સપાટીપર પડે છે. એ દર્પણ કે ચળકતી સપાટીથી તે કિરણોનું પરાવર્તન થાય છે. આ પરાવર્તન થતાં અથવા જાણે પાછા ફેંકાતા કિરણોનો માર્ગ મૂળ પડતા કિરણો આરસાની સપાટીપર બરાબર સામા એટલે કાટખૂણે પડયા નથી હોતાં તો તેમાના માર્ગ સાથે ઉપર કહેલી ∨ આકૃતિ કરે છે. તથા પરાવર્તનની દિશામાં ઉભેલા માણસને વસ્તુની જે છબી જણાય છે તે વળી પેલી મૂળ વસ્તુ જ્યાં છે ત્યાં નહિ પણ પરાવર્તનની દિશાની સીધી લીટીમાં હોય એવું ભાન થાય છે. આ ભાન ખરૂં જોતાં ભ્રમ છે, કારણકે જોકે આંખનો સ્વભાવ પદાર્થ જોવાનો છે પરંતુ જે પદાર્થ જણાય છે તેના કિરણો આંખ ઉપર બારોબાર તેજ વસ્તુપરથી સીધાં ચાલ્યાં આવે છે કે બીજી કોઇ પરાવર્તન કરનારી વસ્તુપરથી પરાવર્તન પામીને આવે છે એ જાણવાને આંખને કશું સાધન નથી. અને તેથી કોઇ પણ વસ્તુના કિરણો જેવાં આંખપર પડે છે એટલે તે ભલેને વસ્તુથી બારોબાર આવ્યા હોય કે પ્રતિબિંબિત થઇને આવ્યા હોય તો પણ તેની છબી જે લીટીમાં એ કિરણો આંખપર પડે છે તેજ સીધી લીટીમાં છે એમ તે માની બેસે છે.

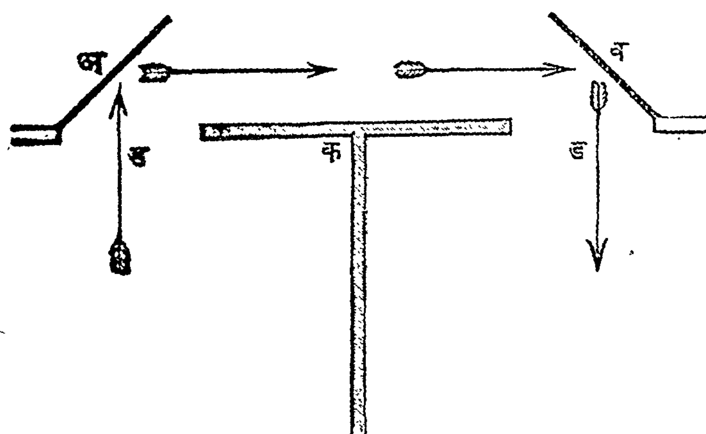
જ્યારે આપણે આપણું પ્રતિબિંબ આરસામાં જોઇએ છીએ ત્યારે આપણે ઉપર કહી ગયા છીએ તે મુજબ આપણા શરીરથી પ્રકાશના કિરણો આરસાપર બરાબર સામા એટલે

તેની સપાટીથી કાટખૂણે પડે છે અને તેથી તેના પરાવર્તનનો માર્ગ પણ એકજ હોય છે અને તેથી જે પ્રતિબિંબ જણાય છે તે આપણને બરાબર સામું અને સીધી લીટીમાં હોય એમ લાગે છે.

આ પ્રમાણે દર્પણમાં તેનાપર જે પદાર્થોનાં કિરણો આવે છે તે પદાર્થોના પ્રતિબિંબ થાય છે અને આપણને જણાય છે. એવા પ્રતિબિંબ આપણા જોવામાં આવતાં હોવાથી એમાં કંઇ આશ્ચર્યનું ભાન થતું નથી પરંતુ વિદ્યાના શોધો બરાબર જાણમાં આવ્યાં તે પહેલાં પાશ્ચાત્ય દેશોમાં આવા દર્પણોનો ઉપયોગ કરીને દેવદાનવોનાં દર્શન કરાવવાનો ઢોંગ ચલાવી ભોળા લોકોને છેતરવામાં આવતા હતા. હાલ પણ સુધરેલા દેશોમાં વિદ્યાના જ્ઞાનથી અપરિચીત લોકોને ગમ્મતની ખાતર અજાયબી પમાડે એવા ખેલો કરી બતાવવામાં સાદાં દર્પણનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ પ્રમાણે દર્પણોવડે બતાવવામાં આવતા દેખાવોને જાદુઇ દર્પણના પ્રતિબિંબો કહેવામાં આવે છે. જાદુઇ દર્પણોના ખેલ કેવી રીતે થાય છે અને તેમાં શી યુક્તિ રહેલી છે તે જણાવનારા એક દેખાવનું આ ઠેકાણે વર્ણન કરીએ.

એક મોટા ઓરડાને વચ્ચેથી પડદો ભરી તેના બે ભાગ કરવામાં આવે છે. અને તે દરેક ભાગમાં એક કકડાનું અક્કેકું બારણું વચલા પડદાથી સરખે અંતરે મૂકવામાં આવે છે અને એ બારણાંના ઉપરજ આખાં દર્પણો અથવા સલંગ આરસા ઘાલવામાં આવે છે. અને તેમના મિજાગરા વચલા પડદાથી આઘેની બાજુ તરફ રાખેલા હોવાથી તેઓ જ્યારે ઉઘાડવામાં આવે છે ત્યારે સામસામા થઇ શકે છે. પાસેના ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે अ અને व દર્પણવાળાં બારણાંઓ છે. अ

દર્પણમાં પ્રતિબિંબ પડે એવી રીતે તે બાજુના ઓરડામાં જેનાં દર્શન કરાવવા હોય તે દેવનું ચિત્ર કે પૂતળું અથવા જે વસ્તુનો દેખાવ બતાવવો હોય તે વસ્તુનું ચિત્ર મૂકવામાં આવે છે. અને अ દર્પણવાળા બારણાને એટલુંજ ઉઘાડું રાખવામાં આવે છે કે તેનાપર પડતાં પેલી વસ્તુ કે ચિત્રના કિરણો એવી દિશાએ પડે કે જેથી તેમનાં પ્રતિબિંબની દિશા પેલા ઓરડાની પાછલી ભીંતની દિશાને બરાબર સમાંતર



ચિત્ર ૨૩ મું. દર્પણવાળાં બારણાંને કેવી રીતે ઉઘાડવામાં આવે છે તેનું ચિત્ર.

રહે. ચિત્રમાં કહાડેલા તીરના માથા તરફ જોશો તો તરત સમજાશે. પછી ब દર્પણવાળા ઓરડામાં જોનારને લઇ જઇ પેલું ब દર્પણવાળું બારણું ચિત્રમાં બતાવ્યું છે એટલું ઉઘાડવામાં આવે છે એટલે તરતજ પેલા માણસને પોતાનું પ્રતિબિંબ જણાવાને બદલે પેલાં પ્રતિબિંબનું પ્રતિબિંબ આ ब દર્પણમાં દેખાય છે એટલે તે અજાયબ થાય છે. ખેલ જોનારને બરાબર આશ્ચર્યનું ભાન થવા વાસ્તે પેલા ब ઓરડાની

ચારે બાજુઓ અંધારી રાખી ૨ બારણાંને બંધ રાખી તેની ઉપરના દર્પણપર એક હોડો ઓરાડી મૂકવામાં આવે છે. અને બતાવનાર માણસ જોનારને અંદર લઇ જઇ તેને જરા છેટે ઉભો રાખી પેલો હોડો ઉંચો કરી બતાવે છે. એટલે જોનાર પોતાનું પ્રતિબિંબજ તેમાં જૂએ છે. પછી કહેશે કે હવે મંત્ર ભણી હું દેવોને, દૈત્યોને અથવા બીજું જે બતાવવું હોય તેને બોલાવું છું, એમ કરી પડદા નીચે ભરાઈ મંત્ર બોલવાનો ઢોંગ કરે છે, અને સાચવીને પેલા ૨ દર્પણવાળા બારણાને જોઇએ તેટલું ઉઘાડી પાછો પેલો હોડો ઉંચો કરી બતાવે છે. આ વખતે જોનાર પોતાની છબીને બદલે તેમાં બીજુંજ કંઇ દેખે છે અને ત્યાં ચારે બાજુએ તેવી કોઇ વસ્તુ નહિ હોવાથી બહુ આશ્ચર્ય પામે છે.

બોલતું ડોકું.

દોહરો.

એ ત્રણ જણ જુદા મળી, શું ન ઠરાવે સાચ;
કાપ્યું ડોકું બોલતું, બતાવિ દે એ કાચ. ૧

વિલાયત વગેરે દેશોમાં થોડાં વર્ષપર ધડ વગરનું ડોકું બોલતું અને વાતચિત કરતું બતાવવાનો અજાયબી ભરેલો ખેલ કરવામાં આવતો હતો. અને આ દેશમાં તો કેટલાં વર્ષ થયાં તોએ હજી પણ મેળાઓ વખતે અને બીજે ઘણે પ્રસંગે પૈસો બે પૈસા લઇને એ ખેલ બતાવવામાં આવે છે; જે જોવા હજારો લોકો દોડે છે, અને અનહદ આનંદ પામે છે. પરંતુ ઘણા થોડાઓનેજ એ શું હશે એ જાણવા જીજ્ઞાસા

થઇ હશે તથા તે જાણવાની કોશિસ તો જવલ્લે કોઇએ કરી હોય. સામાન્ય લોકો બાપડા નાનાં છોકરાંની પેઠે એમજ સમજે છે કે ધડ જૂદુ પડયું છે ને ડોકું છૂટુંજ છે. અને ખરેખર છૂટું ડોકુંજ બોલે છે. વળી સ્હેજ ડાહ્યા માણસો હોય છે તે એમ ધારે છે કે કંઇ નજરબંધીનો ખેલ કર્યો હશે. પરંતુ એ યુક્તિનો આધાર પ્રકાશના નિયમોપર રહેલો છે એ જાણનાર તો ઘણાજ થોડા હોય છે.

આ અતિરસમય પ્રયોગ પાછળ આપેલા જાદુઇ દર્પણોની પેઠે 'પ્રકાશ'ના નિયમોપર આધાર રાખી રહેલો છે. પ્રથમ તો આ પ્રયોગ કેવી રીતે તૈયાર કરી દેખાડવામાં આવે છે તેનું આપણે વર્ણન કરીએ. તમાસગીરોને ઉભા રહેવાની જગાની અંદરના ભાગમાં થોડી જગો ખાસ રાખવામાં આવે છે. તે અલાયદી જગોમાં એક ત્રણ પાયાનું મેજ રાખવામાં આવેલું હોય છે. આ મેજની વચ્ચોવચ કાણું પાડીને તેમાંથી એક માણસનું માત્ર ડોકું ઉપર દેખાય એમ ટુવાલમાં મૂકેલું હોય છે. આ ડોકું બોલે છે, વાતચિત કરે છે, આંખો ફેરવે છે વગેરે છૂટા ડોકાના સંબંધમાં આશ્ચર્ય ઉપજાવતી ક્રિયાઓ કરે છે. ખરેખરૂં જોતાં એ ડોકાંવાળાં માણસનું ધડ મેજ નીચે ન દેખાય એવી રીતે ગુપ્ત રાખેલું હોય છે. પરંતુ તમાસગીરોના મનમાં એમ થાય છે કે મેજની નીચે કાંઇ છેજ નહિ, ખાલી જગા છે.

આ પ્રયોગમાં એવી તો ખુબી રાખવામાં આવે છે કે, તે ડોકાવાળો માણસ ખરૂં જોતાં ટેબલની નીચેથી ખુરસીપર બેઠેલો હોય છે તોપણ જણાતો નથી; કારણકે તેનું ધડ એવા બે દર્પણોવડે સંતાડવામાં આવે છે કે નીચે નજર કરતાં છતાં મેજની નીચેની જગો છેક પાછળની ભીંતસુધી ખાલી

હોય એમ લાગે છે. આ પ્રકારની અસર કરવાને દર્પણો એવી રીતે ગોઠવવાં પડે છે કે ડાબી અને જમણી બાજૂની ભીંત સાથે તેઓ ૪૫ અંશનો ખૂણો (અર્ધ કાટખૂણો) કરે છે; એટલે ડાબી અને જમણી ભીંતની બરાબર સામા નહિં, પણ વાંકા મુકવાથી તેમાં ડાબી અને જમણી ભીંતોનું જે પ્રતિબિંબ પડે છે તે એ દર્પણો સાથે ખૂણો કરતું હોય એવી રીતે પડે છે. દર્પણોની પાછળ ધડ હોવા છતાં જણાતું નથી કારણ કે એ તો આપણો સાધારણ અનુભવ છે કે દર્પણની આગળ જે ચીજ હોય તેનું દર્પણમાં પ્રતિબિંબ પડી દર્પણની પાછળ હોય એમ જણાય પરંતુ દર્પણની પાછળ શું છે તે કંઇ જણાય નહિ.

આ દર્પણોને ભીંતોથી ૪૫ અંશે મૂકેલા હોવાથી એમાં ડાબી અને જમણી ભીંતોનાં પ્રતિબિંબો એટલે દૂર એવાં વાંકા પડે છે કે તમાસગીરની સામેની એટલે ટેબલ-વાળી જગાની પછાડીની ભીંતનો નીચેનો ભાગ આ દર્પણોમાં પડતા ડાબી અને જમણી ભીંતોના પ્રતિબિંબોથી જૂદો જણાતો નથી. ટુંકમાં બાજુપરની દિવાલોના પ્રતિબિંબો પ્રકાશમાં વર્ણવેલા નિયમ પ્રમાણે પેલી પાછળની દિવાલના સ્થળપરજ પડે છે. ત્રણે દિવાલોને એક સરખી રંગી હોય અને પ્રકાશ ઝાંખો રાખવામાં આવ્યો હોય તો જોનારના મનપર વધારે સારી રીતે અસર કરી શકાય છે. આ પ્રમા-ણેની પ્રયોગની ગોઠવણથી અજાણ્યો માણસ તો દર્પણની માંહે જોતાં છતાં પણ એમ સમજે છે કે એ દર્પણની અંદર જે ભીંત જણાય છે તે જોનારની સામેની એટલે ટેબલની પછાડીની દિવાલ છે. ટેબલની નીચે કાચ છે એમ ભાગ્યેજ કોઇના જાણવામાં આવે છે. અને કદાચ એમ મનમાં

આવે કે ટેબલની નીચે કાચ છે, તોપણ તેમાં તેની પાછળની ભીંત દેખાય છે એમ લાગવાથી તે સાદા પારદર્શક કાચ છે એમ અનુમાન થાય છે. આથી જોનાર માણસ એમ સમજે છે કે ટેબલના પાયાથી પાછળની ભીંત સુધીની જગામાં કોઈ ઠેકાણે પેલા ડોકાનું ધડ નથી. વસ્તુતઃ ટેબલની પછાડી દેખાતી ભીંત બાજૂપરની ભીંતોનું પ્રતિબિંબ છે. અને ધડ તો એ દર્પણોની પછાડી ડોકાંની નીચેજ છે. પરંતુ જોનારને એમ સમજાયાને બદલે એમ લાગે છે કે ટેબલની નીચેની જગામાં સામી ભીંત સુધી કંઇ છેજ નહિ તથા બે કાચ હોય તો તેઓ પારદર્શકજ હોવા જોઇએ. આથી આ આશ્ચર્યકારક ભ્રમ ઉત્પન્ન થાય છે.

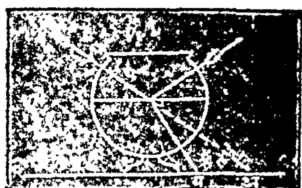


ઝાંઝવાનું જળ.

દોહરો.

તેજતણા જેમ કિરણનું, વક્રીભવન ભ્રમકાર;
ત્યમ વાંકી મતિ નરતણી, પણ અનર્થ કરનાર. ૧

પ્રકાશનાં કિરણો દર્પણપર કે ચળકતી સપાટીઓપર પડતાં કેવાં પરાવર્તન પામે છે એ તો આપણે જાણ્યું. પરંતુ હવામાંથી પાણીમાં પેંસતાં અથવા એક પ્રકારની ઘનતાવાળા (જાડાઇવાળા) પદાર્થમાંથી બીજા ઓછીવત્તી ઘનતાવાળા પદાર્થમાં પેંસતા એ કિરણોનું શું થાય છે તેની તમને ભાગ્યેજ ખબર હશે. તમને કહેવામાં આવે તેના કરતાં તમેજ એક નાના સરખા કાચના પોલા અર્ધગોળને પાણીથી ભરો, ઓરડાનાં બારી બારણાં બંધ કરી એકાદ તડ કે ફાટમાંથી સૂર્યનું કિરણ આવતું હોય ત્યાં આગળ તેને મૂકો. તરતજ તમને



ચિત્ર ૨૪ મું. સૂર્યનાં કિરણનો પાણીમાં માર્ગ.

જણાશે કે ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે સૂર્યનાં કિરણનો તડકો જે પેહેલાં સીધો અ આગળ પડતો હતો તે હવે પાણીમાં થઇને આવતાં વ આગળ પડે છે. આમ શા કારણથી થયું? તમે પાણીની સપાટીને સૂર્યના પ્રકાશની દિશા તરફથી ધારી ધારીને જોશો તો તમને જણાશે કે કિરણનું અજવાળું હવે બરાબર એક લીટીમાં ચાલ્યું ન જતાં જેવું પાણીની સપાટીને મળે છે કે તરત જરા આડો પણ એક સરખો સીધો માર્ગ લે છે અને તેથી અ ને બદલે વ ને ઠેકાણે બહાર નીકળે છે. હવામાંથી પાણીમાં પેંસતાં કિરણનો રસ્તો સ્હેજ બદલાય

છે. આ બનાવને પ્રકાશનું વક્રીભવન (Refraction of light) કહે છે. પાણીમાં કિરણનો રસ્તો બરાબર જોવો હોય તો તેમાં થોડાં આસમાની રંગના ટીપાં નાંખો; એટલે સ્હેજ વાદળી રંગ થવાથી તમે સ્વચ્છ કિરણના માર્ગને બરાબર નિહાળી શકશો.

આ ઉપરથી એટલું જાણ્યું કે પ્રકાશનું કિરણ માર્ગમાં આવેલી એક વસ્તુ-જેવી કે હવા-માંથી બીજી-જેવી કે પાણી-માં તિરકસ પેંસતાં વક્રીભાવ પામે છે એટલે સહજ એક બાજુ તરફ વળી જાય છે. તેમજ દરેક મધ્યસ્થ વસ્તુમાં જો કે માર્ગ સીધો હોય છે તોપણ બે વસ્તુની સામાન્ય સપાટી આગળ પ્રકાશનું કિરણ જરા દિશા બદલે છે. અને આવું પ્રવાહી પદાર્થોમાંજ પેસતાં થાય છે એમ નથી. કોઇ પણ બે માર્ગસ્થ વસ્તુઓ, પછી તે ભલે ઘન, પ્રવાહી કે વાયુરૂપ હોય, તોપણ તે બેની સામાન્ય સપાટી આગળ આવો બનાવ બને છેજ. દાખલા તરીકે કાચના પ્યાલામાં થોડું પાણી ભરી તેનાપર ટર્પેનટાઇન રેડશો તો જો કે બેઉ પ્રવાહી પારદર્શક છે તોપણ દરેકની સપાટીમાં પેંસતાં પ્રકાશનાં કિરણનો થોડો થોડો વક્રીભાવ થાય છે; અને ૨૪ મા ચિત્રમાં બતાવ્યા મુજબ આછું પરાવર્ત્તન પણ થાય છે. જૂદા જૂદા પ્રવાહીમાં એકમાંથી બીજામાં પેંસતાં કે જૂદા જૂદા વાયુઓમાં એકમાંથી બીજામાં પેસતાં વક્રીભવન થાય છે એટલુંજ નહિ પણ એકજ પ્રકારના વાયુ કે પ્રવાહીનાં પડો એકબીજાથી ઓછાવત્તા ગરમ હોવાથી ઓછાવત્તા વિસ્તારને પામેલા હોય છે, અને તેથી તેમની ઘનતામાં એકબીજા કરતાં ફેરફાર હોય છે તો તે એક પડમાંથી બીજા પડમાં જતાં પ્રકાશનાં કિરણોને પડે પડે વક્રીભવન અને પરાવર્ત્તનનો અનુભવ થાય

છે. એજ પ્રમાણે ઘન પદાર્થોપર પડતાં કિરણોનું પણ પરાવર્ત્તન અને વક્રીભવન થાય છે. દરિયા કિનારે કે નદીના ભાઠામાં ઉન્હાળામાં સખ્ત તાપ પડતો હોય છે ત્યારે, તમે રેતી ઉપર નજર કરો છો તો આઘેના પદાર્થો હાલતા અને નાચતા તમને જણાય છે. કેટલાક અજ્ઞાન લોકો તેને કહે છે કે રેતીમાંથી ગરમી ઉંચે ચડે છે, અને ઘણા કહે છે કે ભાઇ, એતો લુ વરસે છે. પરંતુ આ તેમની ભૂલ છે. ગરમી કંઇ ચડતીએ નથી અને લુ કંઇ વરસતીએ નથી. ગરમી તો ગુરુત્વાકર્ષણ કે લોહચુંબક ધર્મની પેઠે દેખાય એવીજ નથી તો પછી તે ચડતી કે વરસતી તો શી રીતે માલમ પડે. એટલું તો ખરૂં કે જે દેખાવ જણાય છે તે નીચેની રેતી સૂર્યના તાપથી તપવાથીજ બને છે, કારણ કે ગરમ થયેલી રેતી પાસેની હવાને ગરમ કરે છે અને તેથી તે હવા વધારે વિસ્તારવાળી થઇ પાતળી પડે છે; વળી પાતળી હવા, અમુક સરખા કદનો વિચાર કરતાં, જાડી હવાના પ્રમાણમાં હલકી હોવાથી, પાછી ઉંચી ચ’ડે છે. અને આવી ઓછીવત્તી ઘનતાવાળી હવાનાં જૂદાં જૂદાં પડોમાં પેસતાં પ્રકાશનાં કિરણોનું વક્રીભવન થાય છે અને તેમાં ઊંચે ચ’ડતી પેલી હવાના સપાટાથી બહુ અનિયમિતપણું થાય છે. અને તેથી ઉપર કહેલો દેખાવ જણાય છે.

પરંતુ આના કરતાં વધારે નવાઇ જેવા વિચિત્ર દેખાવો વાતાવરણમાં જોવામાં આવે છે. તે તો તમે ભાગ્યેજ જોયા હશે. રણમાં અને પ્રસંગે મો’ટાં મેદાનોમાં દેખવામાં આવતો ભ્રમ જેને આપણે ઝાંઝવાનું જળ કહીએ છીએ તેનો કદાચ તમને અનુભવ થયો હશે. બિચારા મુસાફરો જેમને નસીબે એવાં મોટાં રણમાં તાપના વખતમાં જવાનું આવ્યું હોય છે, તેમને

પાણીની પુષ્કળ તરસ લાગ્યા પછી પાસે કોઇ જળાશય મળી આવે એવી બહુ તીવ્ર ઇચ્છા થયાં કરે છે. તેઓ પોતાની આગળ આ ઝાંઝવાનું જળ જોઇને બહુ ખુશી થતા થતા આગળ વધ્યા જાય છે અને આખરે ઠગાય છે. ઇજીપ્ટમાં મુસાફરી કરતાં એક માણસ આ ઝાંઝવાના જળથી ઠગાયો હતો તે આ પ્રમાણે પોતાનું વૃતાંત લખે છે:

"રોસેટા જવાના વિચારથી થોડાં ગધેડાં ભાડે કરી રસ્તામાં આવતાં મહાસાગર જેવડા રણને અમે ઓળંગવા માંડયું. અમારી સાથે ત્યાંના ભોમિયા આરબો હતા, તેઓ અમારાં ગધેડાંની બાજુપર દોડતા હતા. કેટલુંક ગયા પછી આગળ એક મો'ટું તળાવ હોય અને તેને સામે પાર ઘુમટ અને મ્હોટા શિખરોવાળાં ઘરો હોય એમ જણાયું. આગળ જળાશય છે એ બાબતમાં મને જરાપણ શક ન પડયો, કારણ કે રોસેટાના ઉંચા મિનારાઓ અને મહેલો તેમજ ત્યાંના ખજુરનાં ઝાડોની ઘટા, ત્યાંની હવેલીઓની સર્વ ઝીણામાં ઝીણી કારીગરીની ખુબીઓ તેમાં આબેહુબ ચિત્રાયલી જણાતી હતી. મેં અમારા આરબ ભોમિયાને પૂછયું કે ભાઇ, આ તળાવ આપણે શી રીતે ઓળંગી શકીશું? અમારો દુભાષિયો એક ગ્રીક હતો અને તેણે તો આવા દેખાવો પેહેલાં જોયલા હોવા જોઇએ, તેની પણ એટલી બધી ખાત્રી થઇ કે વારેવારે તે પેલા આરબોને પૂછવા લાગ્યો કે પાણીના કિનારાની પાસે ને પાસે આપણે જઇએ છીએ, માટે તે ઉપરથી રોસેટા શી રીતે પહોંચાશે? અને જ્યારે આરબોએ ઉત્તર આપ્યો કે આ રેતીના મેદાનમાં સીધી લીટીમાંજ એકાદ કલાક ચાલીશું એટલે રોસેટા આવશે અને માર્ગમાં પાણીબાણી કંઇ નડશે નહિ, ત્યારે તે ગ્રીક

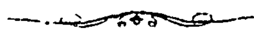
પણ પુષ્કળ ચીડવાયો અને બોલ્યો કે શું તમે મને મૂર્ખ કે બબુચક સમજો છો? કે જે હું મારી આંખે દેખું છું તેનાથી ઉંધું મને સમજાવો છો. આરબ પુષ્કળ હસ્યો અને કહ્યું કે ભાઇ, તું શાન્ત થા, અને બધાને કહ્યું કે આપણે આ રણમાં જે રસ્તે આવ્યા તે રસ્તા તરફ પાછું ફરીને જૂઓ. જોતાં તો તરતજ જેવો દેખાવ આગળ જણાતો હતો તેવોજ પાછળ જણાવા લાગ્યો. આ તો ઝાંઝવાનું જળ હતું! આ વિચિત્ર દેખાવથી અમે તેવારે અજાણ્યા હતા, પણ પાછળથી ધીમે ધીમે અમે જાણીતા થયા. અને બિચારા તરસ્યા મુસાફરો લાંબા રણમાં પાણીની આશાએ આ ઝાંઝવાના જળ પાછળ દોડીને કેવા નિરાશ થતા હશે અને પોતાની આંખ આગળ જણાતા ભ્રમ ઉપજાવનારા દેખાવ પાસે મરી જતા હશે તેનો મને ખ્યાલ આવ્યો."

ઝાંઝવાનાં જળ જેવાજ ભ્રમ ઉપજાવે એવા, અને પ્રકાશનાં કિરણોના અનિયમિતપણે થતા પરાવર્ત્તન અને વક્રીભવનવડેજ બનતા બીજા ઘણા દેખાવોથી જૂદા જૂદા દેશોમાં અસલ ભોળા લોકોને વહેમનું, આસ્તિક લોકોને શ્રદ્ધાનું, ઢોંગી લોકોને પોતાની મો'ટાઇ વધારવાનું અને અજ્ઞાન લોકોને ઠગાવવાનું સાધન મળતું હતું. વિલાયતમાં એક આવા બનાવનું અવલોકન કરી તેનું કારણ શોધી કા'ડીને પ્રખ્યાત ડા૦ વીન્સે લોકોનાં મનમાં થતો ભ્રમ દૂર કીધો હતો. એમ કહેવામાં આવતું હતું કે ફ્રાન્સના ટાપુપર નિસાની બતાવનાર રક્ષકની પાસે એવી જાદુઇ સત્તા હતી કે તે બેટ તરફ આવતાં વહાણોને તેઓના સઢ પણ દૃષ્ટિ મર્યાદામાં જણાય તે પહેલાં, તે જોઇ શકતો હતો. અને તેમનું વર્ણન આપી શકતો હતો. આ બાબતનો વિચાર ડા૦ વીન્સ

કરતો હતો એટલામાં એક દિવસ રામ્સગેટ પાસે હવામાં એક વહાણની ઉંધી આકૃતિ તેની નજરે પડી; દૃષ્ટિમર્યાદા સુધી દરિયાપર નજર નાંખી તો માત્ર વહાણના સઢનો ઉપલો ભાગ દીઠામાં આવ્યો. ડા૦ વીન્સ જણાવે છે કે એ ઉંધી આકૃતિ ઉપર એક બીજી સવળી આકૃતિ પણ જણાતી હતી. અને પેલી ઉંધી આકૃતિના સઢનો ઉપલો ભાગ પેલા ખરા જણાતા સઢને જાણે અડકતો હોય એમ જણાતું હતું. જેમ જેમ વહાણ પાસે આવતું ગયું તેમ તેમ ઉપલી સવળી આકૃતિ દેખાતી બંધ થતી ગઇ. જ્યારે ખરૂં વહાણ પૂરેપૂરૂં જણાયું, ત્યારે સમજાયું કે પેલી દેખાતી આકૃતિ બરાબર આ વહાણનીજ છબી હતી. આ પ્રકારના ડા૦ વીન્સના અવલોકને પેલા રક્ષકની જાદુઇ સત્તાનો ભ્રમ ખસેડયો.

તમને સમજાયું હશે કે ઝાંઝવાનું જળ આપણે જોઇએ છીએ તે માત્ર તપેલી હવાના જૂદા જૂદા પડમાં ઘનતાનો ફેર પડતાં, તેમાંથી જતાં પ્રકાશનાં કિરણોનાં જૂદાં જૂદાં અનિયમિત પરાવર્ત્તન અને વક્રીભવનનો પરિણામ છે. હવામાં દેખાયલા વહાણનું કારણ પણ એજ છે. દૃષ્ટિમર્યાદાની બહારના વહાણની નીચેના દરિયાના પાણીના તથા આજુબાજુની હવાનાં જૂદાં જૂદાં પડો ઓછી વત્તી ગરમીવાળાં હોવાથી અને તેથી ઓછી વત્તી ઘનતાવાળા હોવાથી વહાણપરથી જતા પ્રકાશનાં કિરણોના અનિયમિત પરાવર્ત્તન અને વક્રીભવનથી ઊંચેની હવામાં તેની છબી જણાય છે. આ પ્રકારનો દેખાવ કૃત્રિમ રીતે પણ કોઇ કોઇ વાર દેખાડી શકાય છે. એક સીધી બાજુવાળા કાચના વાસણમાં ત્રણ પ્રવાહીને એક ઉપર એક રેડો. સૌથી વધારે ઘનતાવાળા પ્રવાહીને નીચે અને સૌથી ઓછીવાળાને

સૌથી ઉપર રાખો. એટલું તપાસવું જરૂરતું છે કે વચલા પ્રવાહીની વક્રીભવન કરવાની શક્તિ સૌથી વધારે બળવાન હોવી જોઇએ, અને તેથી પ્રવાહીઓ પસંદ કરવામાં બહુ હોંશીઆરી રાખવી પડે છે. જેટલી તેમાં ગળી શકે એટલી પૂટકડી નાંખેલા પાણીને સૌથી નીચે, ચોખ્ખા પાણીને સૌથી ઉપર અને જેટલી ખાંડ તેમાં ઓગળી શકે એટલી નાંખીને બ્રિહસ્કિને વચ્ચે રાખો. એ ત્રણ પ્રવાહીઓ એક બીજાપર બરાબર તરે છે તેથી કોઈપણ વસ્તુના કિરણ એ પ્રવાહીઓની સપાટીપર પડે છે કે તેમનું પરાવર્ત્તન અને વક્રીભવન થઈ ત્રણ જૂદાં પ્રતિબિંબો જણાય છે; અને તેમાંનું વચલું ઉંધું જણાય છે.



પ્રકાશના પ્રયોગોની અતિરસમયતા.

ચોપાઈ.

પ્રકાશમાં જે અદ્‌ભુત ખેલ, પ્રતિબિંબમાં જે જે મેળ;
વક્રીભવન તણો ચમકાર, નિરખી ઉપજે મોદ અપાર. ૧

પાછળ વર્ણવેલા વિષયોનો મુખ્ય આધાર દર્પણોમાં પ્રતિબિંબ કેવી રીતે પડે છે, પદાર્થોની અને દર્પણની જૂદી જૂદી ગોઠવણથી કેવા દેખાવો દેખાડી શકાય છે, તથા અનિયમિત પરાવર્તન અને વક્રીભવનથી કેવા દેખાવો અને ભ્રમો ઉત્પન્ન થાય છે એ બાબતપર રહેલો છે. પરંતુ પ્રકાશના વિષયમાં એવી ને એવી બીજી ઘણી બાબતો છે કે જે જાણવાની આપણને સહજ જીજ્ઞાસા થાય. પ્રથમ તો પ્રકાશ એ શી વસ્તુ છે, સૂર્યમાંથી પ્રકાશ આવે છે તે કેવો છે, તથા બીજા

જૂદા જૂદા કયા પદાર્થોમાંથી પ્રકાશ નીકળે છે, પારદર્શક અને અપારદર્શક પદાર્થો તે શું, તે વચ્ચે શો ભેદ રહેલો છે, પ્રકાશ એક ઠેકાણેથી બીજે ઠેકાણે કેવી ગતિથી જાય છે, સાફ સપાટીપર પડતાં પ્રકાશનાં કિરણોનું જે પરાવર્ત્તન થાય છે તેના શા શા વિશેષ નિયમો છે, અંતર્ગોળ અને બાહ્યગોળ દર્પણોવડે કેવા પ્રતિબિંબો પડે છે, પ્રકાશનાં કિરણો હવાની જૂદી જૂદી ઘનતાવાળા (જાડાઇના) થરોમાં પેંસતાં કેવા વક્રભાવ પામે છે તથા તેથી કેવા વિલક્ષણ ભ્રમો ઉત્પન્ન થાય છે, કેવા કાચો વડો વસ્તુઓ–હોય તેનાથી–મો'ટી જણાય છે, એવા કાચોનો વ્યવહારમાં દીવાદાંડીઓ બનાવવામાં તથા આનંદ આપવા માટે મેજીક લેનટર્ન વગેરે બનાવવામાં કેવી રીતે ઉપયોગ થાય છે, બીજાં કયાં કયાં યંત્રો પ્રકાશના પ્રયોગો કરવાને યોજવામાં આવ્યાં છે, આ બધું જાણવું વાંચનારને એટલું બધું રસમય અને આનંદજનક લાગે એવું છે કે જેનું વર્ણન કરવાની જરૂર નથી. પરંતુ વિદ્યાના અપાર વિસ્તારનું સર્વ જ્ઞાન એકજ ના'ના પુસ્તકમાં શી રીતે આપી દેવાય?! તેથી જીજ્ઞાસુની તૃપ્તિ અર્થે આ પુસ્તકની પરંપરા (આગળની પ્રભાઓ) કા'ડવી જરૂરની છે. આ સ્થળે જગાના સંકોચને લીધે આ વિષયમાંની જાણવા જેવી થોડી બાબતોનું વર્ણન દ્વિતીય પ્રભામાં આપીશું. કારણ કે હજી બીજી બાબતોપર થોડું વિવેચન કરવાનું છે એટલુંજ નહિ પણ બીજી વિદ્યાઓમાં જે આશ્ચર્યકારક અને નિત્યોપયોગી જ્ઞાન રહેલું છે, તેનો પણ સુજ્ઞ વાચકને સ્વાદ ચખાડવો જોઇએ.

રસાયન વિદ્યાની સામાન્ય માહિતી.

મોતીદામ છંદ.

ગણ્યાં જગમાં અડસટ્ટ સુતત્ત્વ,
વળી સઉ તેહ તણા ગુણ–સત્વ;
સઁયોગ વિયોગ વિધાન પ્રકાર,
રસાયન શીખવી દે સઉ સાર. ૧

આપણી ભાષામાં બાવન અક્ષરો છે; એ અક્ષરો એક બીજા સાથે જૂદી જૂદી રીતે એકઠા થવાથી જૂદા જૂદા અર્થના લાખો શબ્દો બને છે. તેજ પ્રમાણે રસાયન વિદ્યાના શોધથી જણાયું છે કે આખી દુનિયામાં જણાતી જૂદી જૂદી સર્વ ચીજો જૂદા જૂદા શુદ્ધ પદાર્થોના વિવિધ પ્રમાણમાં એકઠા થવાથી બનેલી છે. જેમનાપર ગમે તે ક્રિયા કે પ્રયોગ કરતાં છતાં તેમાંથી કોઇ જૂદી જાતનો કે જૂદા ગુણધર્મવાળો પદાર્થ નીકળતો નથી એટલે કે જેનું પૃથક્કરણ થઇ શકતું નથી એવા પદાર્થને શુદ્ધ પદાર્થ કહીએ છીએ. પ્રખ્યાત રસાયનશાસ્ત્રી રોસ્કો સાહેબના મત પ્રમાણે આ દુનિયાપર એવા શુદ્ધ પદાર્થો માત્ર અડસઠ (૬૮) છે. જે પદાર્થનું પૃથક્કરણ કરતાં તેમાંથી બેકે વધારે જૂદા ગુણધર્મવાળા પદાર્થો મળી આવે છે તે સંયોગી પદાર્થ કહેવાય છે. આ શુદ્ધ પદાર્થોના સ્વરૂપ, તેમના ગુણ ધર્મ, તેમના પરસ્પર સંમેલનથી બનેલા પદાર્થો તથા તેમનાં ગુણ ધર્મો અને શુદ્ધ પદાર્થોના સામાન્ય નિયમો તથા સંયોગી પદાર્થોના સંયોગના નિયમો વગેરે બાબતોનું વર્ણન રસાયનવિદ્યામાં કરવામાં આવે છે.

દાળ અને ચોખા જો એકઠા કરવામાં આવ્યા હોય તો તે આપણી નજરથી જણાય છે અને આપણે તેને એ મિશ્ર-

ણમાં જૂદા જૂદા બતાવી શકીએ છીએ. પરંતુ તાંબાના ના'ના ના'ના કટકા કરી તેમાં જરા ગંધક નાંખી તપાવીએ તો લાલ થઇ એક કાળો પદાર્થ ઉત્પન્ન થાય છે, એ સંયોગી પદાર્થમાં તાંબું કયું અને ગંધક કયું એ જણાતું નથી. આવા બીજા અસંખ્ય સંયોગી પદાર્થો છે કે જેનું પૃથક્કરણ કરવાથી બીજા પદાર્થો તેમાંથી જડે છે. પાણી એ પણ સંયોગી પદાર્થ છે, એમાંથી હાઇડ્રોજન અને ઓકિસજન નામના બે વાયુ-રુપ પદાર્થો મળી આવે છે. સાદું મીઠું ક્લોરીન નામના વાયુરુપ પદાર્થ અને સોડીઅમ નામની ધાતુના સંયોગથી બનેલું છે. માટી ખાંડ, મીણ વગેરે બીજા અસંખ્ય સંયોગી પદાર્થો છે. જે શક્તિ કે આકર્ષણથી આ પ્રમાણે સંયોગી પદાર્થ બને છે તેને રસાયનાકર્ષણ કહે છે.

વળી અમુક પદાર્થ શુદ્ધ પદાર્થ છે કે બે ચાર શુદ્ધ પદાર્થોના સંયોગથી બનેલો છે તે તપાસવાની જૂદી જૂદી રીતો હોય છે. એ રીતોથી સંયોગી પદાર્થો કયા કયા શુદ્ધ પદાર્થોના અથવા કયા કયા સંયોગી પદાર્થોના બનેલા છે તે શોધી કા'ડવામાં આવે છે. આ રીતોવડે કરવામાં આવતી શોધને પૃથક્કરણ કહે છે. દાખલા તરીકે, પાણીનું પૃથક્કરણ કરવામાં આવે છે ત્યારે તેમાંથી હાઇડ્રોજન અને ઓકિસજન નામના બે વાયુરૂપ પદાર્થો મળી આવે છે; સિંદુરમાંથી પારો અને ગંધક એ બે પદાર્થો નીકળે છે, અને એ પ્રમાણે બીજા અસંખ્ય સંયોગી પદાર્થોમાંથી તેમાં રહેલા શુદ્ધ પદાર્થો જૂદા પાડી શકાય છે.

સંયોગી પદાર્થોમાં કયા કયા પદાર્થો છે તે તપાસવાની બીજી એક વિશેષ રીત પણ છે, જેને સંયોગીકરણ કહે છે. એ રીતથી જૂદા જૂદા પદાર્થોને અમુક પ્રમાણમાં મિશ્ર કરવામાં

આવે છે અને તેથી પેલો ધારેલો પદાર્થ બને છે એટલે ખાત્રી થાય છે કે તેજ પદાર્થોનો તે બનેલો છે.

ઉપર કહી ગયા કે રસાયન વિદ્યાના હાલના શોધથી બધા મળીને ૬૮ શુદ્ધ પદાર્થો છે એમ સિદ્ધ થયું છે. એ તત્વોમાંના થોડા ઘન છે, થોડા પ્રવાહી છે અને થોડા વાયુરુપ છે. એ બધાના રસાયનશાસ્ત્રીઓ બે ભાગ પાડે છે. ૧ ધાતુઓ, ૨ ધાતુઓ નહિ તેવા, પહેલા ભાગમાં, જસત, સીસું, તાંબુ, લોઢું, સોનું, રુપું વગેરે ૫૩ ધાતુઓ છે; બીજામાં, ઓકિસજન, હાઇડ્રોજન, નાઇટ્રોજન, ગંધક, ફોસ્ફરસ વગેરે મળી ૧૫ પદાર્થો છે.

આ વિદ્યાના અભ્યાસ પાછળ પોતાનું આખું આયુષ્ જેમણે કા'ડયું છે એમાંના કેટલાક વિદ્વાનોનું એવું મત છે કે શુદ્ધ પદાર્થોની સંખ્યા જે હાલ અડસઠ માનવામાં આવે છે તે બધા વસ્તુતઃ ખરા શુદ્ધ પદાર્થો નથી, પણ તેમાંના ઘણા તો સંયોગી પદાર્થો છે. અને જો બરાબર સારા સાધનો વડે તેમાંના દરેકનું પૃથક્કરણ કરવામાં આવે તો જૂદા જૂદા પ્રમાણમાં એકત્ર થયેલા માત્ર એકજ શુદ્ધ પદાર્થના તેઓ બનેલા છે એમ જણાશે. આવા અભિપ્રાયપર આવવાનું કારણ એ છે કે યોગ્ય યુક્તિથી પારાનું પૃથક્કરણ કરી જોતાં એમ માલમ પડયું છે કે તે શુદ્ધ પદાર્થ નથી, પણ સોનું અને થેલિયમ નામની ધાતુઓથી બનેલો સંયોગી પદાર્થ છે. એમ તેઓ જણાવે છે કે પૃથ્વીપરના માત્ર નહિ, પણ આખાં બ્રહ્માંડના સર્વ પદાર્થો-સજીવ નિર્જીવ સર્વ-એકજ પદાર્થના બનેલા છે. થોડા સમયમાં પ્રયોગોવડે એ વાતની ખાતરી કરી આપવામાં આવશે એવી પણ આશા રાખવામાં આવે છે.

આ પ્રમાણે શુદ્ધ પદાર્થ અથવા મૂળ તત્વ એકજ છે એમ રસાયન વિદ્યાથી સિદ્ધ થાય તેા આર્ય શાસ્ત્રકારેા અને તત્વવેત્તાઓનેા સિદ્ધાન્ત પાશ્ચાત્ય વિદ્યાની હાલની પદ્ધતિથી પણ ખરેા ઠર્યો એમ ગણાય.

પદાર્થોની ત્રણ પ્રકારની સ્થિતિ.

સેારઠા.

મનની સ્થિતિ ત્રણ જેમ, તમ, રજ, સત્વરુપે કહી;
પદાર્થની પણ તેમ, ઘન, પ્રવાહિ, ને વાયુરુપ. ૧

સઘળા પદાર્થો પેાતપેાતાના દેખીતા ગુણેાપરથી ત્રણ ભાગમાં વહેંચાઈ જાય છે.

કેટલાક પદાર્થો જેવા કે લાકડાં, પત્થરેા, ધાતુઓ, વગેરે એવા સખત હેાય છે કે તેમનેા જે આકાર સ્વાભાવિક હેાય છે તે સહજમાં બદલી શકાતેા નથી. આ ઘન પદાર્થો કહેવાય છે.

કેટલાક પદાર્થો જેવા કે પાણી, તેલ, પારેા ઇત્યાદિ બીલકુલ કઠણ હેાતા નથી તથા તેમને પેાતાનેા ખાસ આકાર પણ હેાતેા નથી. જે પાત્રમાં તેમને નાંખવામાં આવે છે તેના જેવેા આકાર તેઓ ધારણ કરી લે છે. પરંતુ તેઓ દાબી શકાય એવા હેાતા નથી. કેાઈ પણ પદાર્થ તેમાં બુડાડવામાં આવે છે ત્યારે તેઓ જરા પણ પ્રતિરેાધ જણાવતા નથી અથવા જણાવે છે તેા ઘણેા થેાડેા. આ પદાર્થોને પ્રવાહી પદાર્થો કહે છે.

વાયુરુપ પદાર્થો જેવા કે હાઇડ્રોજન, ઓક્સિજન, કાર્બોનિક એસિડ એ સઘળા હવા જેવા અને ઘણાજ હલકા હેાય

છે તથા તેમાંના ઘણાખરાં અદૃશ્ય (ન દેખાય એવા) હોય છે. અને તેથીજ સામાન્ય રીતે કહેવાતા 'ખાલી' વાસણમાં હવા છે એમ આપણને જણાતું નથી. તથા તેજ પ્રમાણે જે વાસણોમાં આ હાઇડ્રોજન વગેરે વાયુરુપ પદાર્થો હોય છે તે ખાલી સરખા લાગેછે. પ્રવાહી પદાર્થની પેઠે તેમને પણ પોતાનો ચોક્કસ આકાર હોતો નથી. પરંતુ તેઓ સંપીડય (દબાય એવા) છે, આ પદાર્થોને વાયુરુપ પદાર્થો કહેવામાં આવે છે.

આ'વા જૂદા જૂદા રૂપમાં એકજ વસ્તુને આપણે જોઈ શકીયે છીએ. પાણી ઠરી જઇ તેનું બરફ થાય છે ત્યારે વસ્તુરુપે તે પાણીજ છે, છતાં પાણી પેઠે પ્રવાહી નથી પણ ઘન છે, તથા એજ પાણી ઉકળેથી તેની વરાળ થાય છે, જે વાયુરુપ હોય છે. આ પ્રમાણે ગંધક આયોડીન અને કેટલીક ધાતુઓ જેવી કે પારો અને જસત પણ ત્રણે રૂપમાં હોઇ શકે છે.



સામાન્ય અને રાસાયનિક બનાવો વચ્ચે ભેદ.

ઘંટનો અવાજ કે પત્થરનું પડવું એ સામાન્ય વ્યતિકર (બનાવ) છે. તેમજ પાણી ઠરીને બરફ થવું, કે તેજ બરફનું ગરમીથી પીગળીને પાણી થવું એ પણ સામાન્ય વ્યતિકર છે. કારણ કે અવાજ થવામાં ઘંટના સ્વરુપમાં કંઈ ફેરફાર થતો નથી, તથા પત્થરના પડવાથી તેના સ્વરુપમાં કંઈ ફેરફાર થતો નથી, તેમજ પાણી ઠરીને બરફ થાય છે અને પાછું પાણી થાય છે ત્યારે તેના ગુણો પૂર્વે જેવા હતા તેવાજ છે; અને તેનું માપ પણ લગભગ તેનું તેજ છે. એ પ્રમાણે કાચનું

વાસણ ભોંયપર પડીને ફૂટી જાય તો તેનું પડવું અને ભાંગવું એ પણ સામાન્ય વ્યતિકર ગણાય છે, કારણ કે દરેક કકડામાં રહેલી વસ્તુ તેની તેજ છે કંઈ બદલાઈ નથી.

પરંતુ જ્યારે લાકડું કે કોલસો બળે છે ત્યારે તેમાં રહેલી વસ્તુનો તદ્દન ફેરફાર થઇ જાય છે. એમાં રહેલા જૂદા જૂદા પદાર્થો છૂટા પડી જાય છે અને તેમાંનો એક હવામાં ભળી જાય છે અને બીજો રાખના રુપમાં પાછળ પડયો રહે છે. ટુંકામાં અમુક જાતનો એક પદાર્થ હતો તે અદૃશ્ય થઈ ગયો છે અને તેને બદલે તદ્દન બીજી જાતના એટલે જૂદા ગુણધર્મવાળા પદાર્થો બન્યા છે. આથી લાકડા કે કોલસાના બળવાને રાસાયનિક વ્યતિકર કહેવામાં આવે છે.

પદાર્થોના ઝીણામાં ઝીણા કેટલા ભાગ થઈ શકે? અસંખ્ય.

તોટક છંદ.

બનતાં બહુ ભાગ પદાર્થ તણા, ગણિ તે ન શકાય જણાય ઘણા;
પરમાણુ થતાં ન ભગાય જરી, પદ સૂક્ષ્મ મળ્યે જન રે'જ ઠરી. ૧

સાધારણ રીતે આપણે કોઈ ઝીણી વસ્તુ લઇએ અને તેના વધારેમાં વધારે કેટલા કકડા થઈ શકશે તેનો વિચાર કરીએ તો આપણને લાગશે કે તેના બે ચારથી વધારે ભાગ થઈ શકશે નહિ. જો કોઈ વિદ્વાન્ આપણને એમ કહે છે કે ઝીણી વસ્તુના પણ અસંખ્ય વિભાગો કરી શકાય છે તો આપણને અચંબો લાગે છે અને તેને પૂછીએ છીએ કે, કોઇ પણ એવો

દાખલા બતાવશો? તો તે કહે છે કે હા, તમને સાધારણ રીતે સમજણ પડે એવા જ દાખલા બતાવીશ.

મી૦ બોઇલ નામનો એક વિદ્વાન જણાવે છે કે $2\frac{1}{2}$ ગ્રેન રેશમને કાંતીને ત્રણસો વાર લાંબો તાંતણો બનાવવામાં આવ્યો હતો. એક શેર રૂપું જે ૫૭૬૦ ગ્રેનની બરોબર છે તેમાં એક ગ્રેન સોનું પીગળાવીએ તો તે એક ગ્રેન સોનું તે બધા રૂપામાં બરાબર પસરી જાય છે. તેની ખાત્રી કરવાને જો તે મિશ્રણમાંથી એક ગ્રેન જેટલું લઈ તેને એક જાતની દવા, જે સોનાને રૂપાથી જુદું પાડી નાખે છે તેમાં નાંખશો તો તરત જ તેમાં રહેલું રૂપું અને સોનું જુદું પડી જશે. જ્યારે આખા મિશ્રણમાં એક ગ્રેન સોનું છે ત્યારે એક ગ્રેન જેટલા મિશ્રણમાં સોનાના એક ગ્રેનનો કેટલામો ભાગ રહેલો હશે વારુ? અલબત $\frac{૧}{૫૭૬૧}$. આ પરથી એટલું તો સાબીત થાય છે કે એક ગ્રેન સોનાના ૫૭૬૧ વિભાગો થયા છે; અને તે પણ સાદી નજરથી દેખાઇ શકે છે.

વળી વરખ બનાવનારાઓ એક ગ્રેન જેટલા સોનામાંથી ૫૦ ચોરસ ઇંચ જેટલો વરખ બનાવે છે, અને એ વરખના ૫૦૦૦૦૦ કકડાતો આપણે સામાન્ય કાળજીથી કરી શકીએ; અને તે વળી નજરે જોઈ શકાય તેવા. વળી સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રથી જોઇએ તો આ દરેક કકડાનો ૧૦૦ મો ભાગ પણ બરાબર જણાય. ત્યારે હવે ધ્યાનમાં રાખો કે એક ગ્રેન સોનાના આપણે પાંચ કરોડ (૫૦૦૦૦૦૦૦) ભાગ કરી શકીએ છીએ.'

વળી તમને સૌથી વધારે જાણીતો પરંતુ તમારા ધ્યાનમાં હજી સુધી નહીં આવેલો એવો દાખલો બતાવીએ. ધારો કે એક શેર પાણીમાં તમે ચપટી ખાંડ નાંખી છે,

અને તેના ગળી જવાથી બધા પાણીમાં ગળપણ આવ્યું છે. ત્યારે હવે વિચારો કે તમારી નાંખેલી ખાંડના ઝીણા કણોના દરેકના કેટકેટલા ઝીણા વિભાગો થઈ ગયા હશે કે જેથી પાણીના દરેક અણુની સાથે એકેકો ભાગ જોડાઈ તેને ગળપણ આપતો હશે? આનું ઉત્તર આપવું તદ્દન અશક્ય છે. કારણ કે આપણી કલ્પનાશક્તિ પણ વિચાર કરતાં અટકી પડે છે. શેર પાણીનાં ઝીણાં ટીપાં કેટલાં બધાં થાય અને તેમાં પ્રત્યેકમાં કેટલા કેટલા ઝીણા અણુઓ રહેલા હોય તેની શું કલ્પના કરીએ? વળી પેલી ચપટી ખાંડના થોડા કણોમાંના પાણીના અણુઓ જેટલા ભાગો થઈ ગયા હશે એટલે દરેક ભાગ કેટલો હોય તેનો ખ્યાલ જ આવતો નથી. વિભાગ કરવાની આ રીતને રાસાયનિક રીત કહે છે. આ રાસાયનિક વિભાજન રીતિએ પદાર્થના એટલા બધા ઝીણા ઝીણા વિભાગો થઇ શકે છે કે તેનો અવધિ ક્યાં હશે તે સમજાતું નથી.

ઉપર સોનાના વરખના ઝીણા કકડા કરવાની જે રીત વર્ણવી છે તેને યાંત્રિક વિભાજન રીતિ કહે છે. એ રીતથી પદાર્થના વિભાગો થતાં થતાં એવો અવધિ આવે છે કે જેની અગાડી તે પદાર્થના વધારે વિભાગો થઈ શકે નહિ એમ મનાય છે.

વળી વધારે આશ્ચર્યની વાત તો એ છે કે મનુષ્યોએ શોધી કા'ડેલી ઉપર વર્ણવેલી રીતિવડે પદાર્થોના આવા અત્યંત ઝીણા વિભાગો થઈ શકે છે એમ નથી પણ સૃષ્ટિમાં સ્વભાવ સત્તાના નિયમથી આના કરતાં પણ વધારે અજાયબી પમાડે એવા દાખલાઓ મળી આવે છે.

જ્યારે જ્યારે પવનની સાથે કંઈ વાસ આવે છે ત્યારે જે પદાર્થની વાસ હોય તેના રજકણ તેમાં હોય છે. વાસ

આપનારા પદાર્થો જેવા કે કપૂર, કસ્તુરી, હીંગ, વિગેરેના ઝીણામાં ઝીણા રજકણો કેટલા નાના કદના હશે તે સમજમાં પણ આવી શકતું નથી, કારણ કે વર્ષોનાં વર્ષો સૂધી ઘણી મોટી જગ્યાના પવનને પોતાની વાસ આપતાં છતાં તેમના વજનમાં જાણવા જેવો કંઈ ઘટાડો થતો નથી.

વળી જેઓએ સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રવડે તપાસી જોયું છે તેઓ કહે છે કે એક પ્રકારનાં માછલાનાં વીર્યમાં એટલા જંતુઓ છે કે આખી દુનિયાપર વસતાં માણસોની સંખ્યા પણ તેના જેટલી નથી. તથા રેતીનો એક કણ તેવા દશ જંતુઓથી પણ મોટો હોય છે. હવે આપણે કલ્પના કરો કે આ ઝીણા જંતુઓનાં શરીરનાં અણુઓ કેટલા ઝીણા હોવા જોઇએ!! ખરેખર, આ તો કલ્પનામાં પણ આવી શકવું કઠીણ છે. એક દશાંશ ઇંચના વ્યાસવાળો ગોલક પૃથ્વીના ગોલકથી જેટલા પ્રમાણમાં ના'નો છે, તેટલા પ્રમાણમાં પેલા જંતુના લોહીમાં રહેલો ગોલક તેનાથી નાનો છે!! અને જ્યારે વળી આ અણુઓને પ્રકાશના અણુઓ સાથે સરખાવીએ છીએ ત્યારે તો જેમ પહાડ આગળ રેતીના કણોનું કદ હોય તેમ આ અણુઓ આગળ પ્રકાશના અણુઓ ના'ના પડી જાય છે. એટલે તે તો કલ્પનાની બહાર જ છે!

વળી એક બીજો દાખલો આપીએ છીએ, અને તેનું ગણિત વાંચનારને જ કરવાનું સોંપીએ છીએ. કેપટન સ્કોરસ્બી પોતાની ગ્રીનલેન્ડના સમુદ્રની મુસાફરીનું વર્ણન કરતાં લખે છે કે સન ૧૮૧૮ ના જુલાઈ માસમાં એનું વહાણ જે ઠેકાણે દરિયામાં ચાલતું હતું ત્યાં કેટલાક દિવસસુધી પાણીનો દેખાવ વિચિત્ર જણાતો હતો. પાણીની સપાટીપર પીળાશ પડતો લીલો રંગ મારતો હતો. શોધ કરતાં એમ જણાયું કે,

તેમાં ઝીણા જંતુઓ છે. તેણે પાણીના એક ટીપાને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રમાં તપાસી જોયું તો તેમાં લગભગ પચીસ હજાર એવાં જીવડાંઓ જણાયાં. ત્યારે એક પવાલું ભરીને એવું પાણી લીધું હોય તો તેમાં કેટલાં થાય તથા એવા ઝીણા જંતુના અવયવોના અણુઓ કેવા ઝીણા હોવા જોઇએ તેનો વિચાર કરો !!

આ'વા ને આ'વા અસંખ્ય દાખલાઓ વિદ્યાના પ્રયોગથી જડેલા છે. તે બધા કંઈ અત્ર આપી શકાય નહિ, તેથી તથા આટલા દાખલાથી જ વાંચનારની ખાત્રી થઈ હશે, એમ સમજી હવે વિશેષ આપતા નથી.

ત્યારે સવાલ એ થાય છે કે પદાર્થોના ઝીણામાં ઝીણા ભાગ આમ ને આમ કયાં સુધી થયા કરતા હશે, કોઇ પણ એવી હદ આવતી હશે કે નહિ કે જ્યાંથી પછી અગાડી તેના વિભાગ થઈ શકે જ નહિ? સામાન્ય રીતે આનું ઉત્તર એજ કે એવી કાંઈ પણ હદ તો હોવી જોઇએ પણ તે હદ આવી રહે ત્યારે પદાર્થ કેટલો ઝીણો થતો હશે તેની કલ્પના થઈ શકતી નથી. રસાયનવિદ્યાના અભ્યાસીઓએ એમ ઠેરવ્યું છે કે એવી હદ દરેક પદાર્થને છે કે જેનાથી વધારે વિભાગ તે વસ્તુના થઈ શકે નહિ એમ માનવું જરૂરનું છે, અને એવી હદપર આવેલા ઝીણામાં ઝીણા ભાગને તેઓ પરમાણુ સંજ્ઞા આપે છે. પરમાણુ કહેવાનું કારણ એટલું જ કે એ શબ્દ પરમ + અણુ એબે શબ્દનો બનેલો છે. તેમાં પરમ શબ્દનો અર્થ છેલ્લો અને અણુ એટલે ઝીણો ભાગ થાય છે; આથી પરમાણુ એટલે એવો છેલ્લો ઝીણામાં ઝીણો ભાગ કે જેનો કોઈ પણ રીતે વિભાગ થઈ શકે નહિઃ આથી વિદ્વાનોએ પદાર્થના ઝીણામાં ઝીણા વિભાગની ધારેલી ચોકસ હદને પહોંચતાં જે અવિભાજ્ય (કોઈ પણ પ્રકારે વિભાગ થઈ ન શકે એવો) પદાર્થ રહેવો જોઇએ તેને આપેલી પરમાણુ સંજ્ઞા બરાબર છે.

ધ્વનિ (અવાજ).

ચોપાઈ.

વાયે ઊડી જાયે વાત, એ કે'વત તો છે પ્રખ્યાત;
શાસ્ત્ર વિચારે સાચી પડી, વાંચી વિષય જૂઓ આ ઘડી. ૧

સાંભળવાને અને જૂદી જૂદી જાતના અવાજો પારખવાને પરમેશ્વરે માણસને કાન આપ્યા છે. કાન અતિ ઉપયોગી ઇન્દ્રિય છે. આપણા બાળપણની શરૂઆતથી આ ઇન્દ્રિયદ્વારા જેટલું શીખીએ છીએ, તેટલું બીજી કોઇથી શીખતા નથી. જન્મથી બહેરાં માણસો મુગાં પણ હોય છે; તેમ થવામાં તેઓનાં વાણીસ્થાનમાંના અંગોમાં કંઈ બીગાડ કારણ નથી, પરંતુ સાંભળવાની શક્તિના અભાવને લીધે તેમને વાચા આવતી નથી. આ ઉપરથી આપણે કાનના કેટલા આભારી છીએ તે સમજાય છે. સ્વર અથવા અવાજ એ પરસ્પરના વ્યવહારનું મૂખ્ય સાધન છે, એટલુંજ નહિ પરંતુ આપણી જરૂરીઆતો પૂરી પાડવામાં અને આનંદ આપવામાં તે મદદ કરે છે. પશુઓના ખોંખારા, જીવડાઓનો ગણગણાટ, પક્ષીઓનાં ગીત અને એવા અનેક આનંદદાયી સ્વરો, જે ગ્રામ્ય દેખાવોની ખુબીમાં ઉમેરો કરે છે તે સાંભળતી વખતે અથવા તો નિયમિત સ્વરયુક્ત નીકળતા અવાજો સાંભળતા હોઇએ ત્યારે તો આપણે જરૂર કબુલ કરવું પડે છે કે શ્રોત્રેન્દ્રિય (કાન)વડે આપણને ઘણો આનંદ મળે છે અને લાભ થાય છે. ત્યારે ધ્વનિનું (અવાજનું) સ્વરૂપ અને સ્વભાવના નિયમો સાથેનો તેનો સંબંધ જાણવા શું અવશ્યના નથી?

અવાજ એ શું છે?-હવાનું થયેલું હલનચલન જ્યારે કાનમાં આવી અથડાય છે ત્યારે કંઈ અવાજ સાંભળીએ

છીએ એમ આપણે કહીએ છીએ. પણ તમે એમ ન ધારતા કે અવાજ માત્ર હવામાંજ ચાલી શકે છે. પ્રવાહી અને ઘન પદાર્થોમાં પણ અવાજ ગતિ કરી શકે છે. પાણીનાં મો'ટાં ભૂંગળાઓમાં એક નાકે થતો અવાજ પાણીમાંથી તેમજ ભૂંગળાના પદાર્થોમાંથી આવતો સંભળાય છે, એમ અવારનવાર ભૂંગળાપર અને પાણી પાસે કાન રાખી ખાત્રી કરી જોવામાં આવી છે. લાંબા બીમના પાટડાના એક નાકાપર કાન મૂકી છાંડીએ છીએ તો બીજે નાકે જરા ટાંકણીનો ઘસારો લાગે તો તે પણ ખબર પડે છે. આઘેથી દોડતા આવતા ઘોડાનાં પગલાંનો અવાજ, જમીનપર કાન રાખી સુતેલા માણસને જમીન મારફત જેટલો જલદી સંભળાય છે તેટલો જલદી હવામાં સંભળાતો નથી. આ બાબતનો ચોર લોકો એવો તો ઉપયોગ કરે છે અને તેમના કાન એ કામ માટે એવા તો ટેવાઈ ગયેલા હોય છે કે તેઓ કોઈ ઠેકાણે નિરાંતે સુતેલા હોય, તોપણ તેમની શોધ માટે નીકળેલા ઘોડેસ્વારો પાછળ આવી પહોંચ્યાની ખબર તેઓ ઘણે આઘે હોય અને દેખાતા પણ ન હોય ત્યાર પેહેલાં જમીનમાંથી આવતા અવાજથી તેમને પડી જાય છે, અને આ રીતે ના'સી છૂટવાની કે સંતાઈ જવાની તેમને તક મળે છે.

ઘન પદાર્થો વાટે અવાજ ચાલી શકે છે; અને તે વળી હવામાં ચાલે છે તેથી વહેલો ચાલે છે, એ સાબીત કરવાને એક પ્રયોગ કરી શકાય એમ છે. એકાદ લાંબી મોટી ભીંત હોય તેના એક નાકાપર એક કાન મૂકો અને બીજે નાકે એક હથોડો ભીંતપર એકજ વાર ઠોકવાનું કોઇને કહો. જેવો તે ભીંતપર ઠોકશે કે તરતજ તેનો ધડાકો પેલા તમારા ભીંતપર મૂકેલા કાનમાં સંભળાશે એટલુંજ નહિ પણ તમારા

બીજા કાનમાં હવાની વાટે આવતો એજ ધડાકાનો અવાજ પાછો સંભળાશે. આ પ્રમાણે એક ઠોકાના બે અવાજ જૂદે જૂદે રસ્તે કાનમાં આવી પડે છે.

કેટલાક પદાર્થો જેવા કે ઘંટ, નગારૂં, વાજાં વગેરે બીજાના કરતાં વધારે મંજુલ (અવાજ કરનારા) હોય છે. એટલે તેમની મજબૂતી અને સ્થિતિસ્થાપકતાને લીધે તેઓ વધારે સ્હેલાઇથી ધ્વનિ ઉત્પન્ન કરી શકે છે. એવા પદાર્થોમાંથી નીકળતો ધ્વનિ ચોખ્ખો સાફ, નિયમિત અને વધારેવાર પહોંચે એવો હોય છે. વળી જેમ કોઈ પણ વસ્તુની બાજુ કંપ પામવાને વધારે સ્વતંત્ર હોય છે તેમ તેમાં થતો અવાજ વધારે મજબૂત થાય છે. દાખલા તરીકે એક સાધારણ કાચના પ્યાલાને મેજ ઉપર ઉંધો મૂકો અને આંગળીના નખથી કે પેનસીલથી તેને ટકોરો તો બહુજ ધીમો અવાજ તેમાંથી નીકળતો તમને જણાશે. પરંતુ જો તેને મેજપર ચત્તો મૂકી ટકોરશો, તો એની બાજૂઓ વધારે છૂટથી કંપ પામી શકશે, અને તેમાંથી ચોખ્ખો ઘંટ જેવો અવાજ નીકળશે.

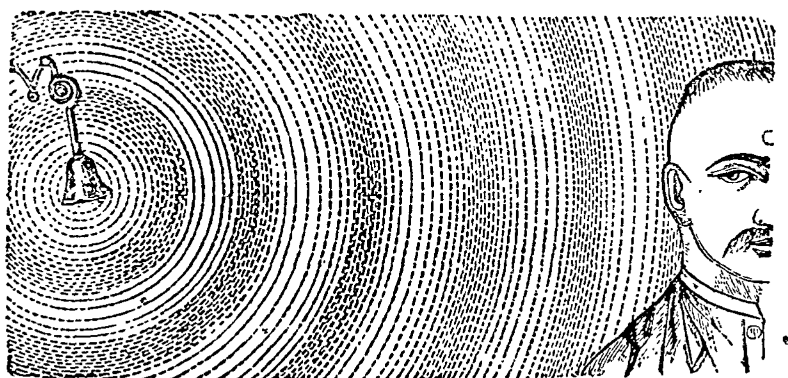
આ ઉપરથી તમારી ખાત્રી થઇ હશે કે આપણે જે જે અવાજો કાન મારફત સાંભળીએ છીએ તે સર્વ-ઝીણામાં ઝીણા અવાજથી તે મો'ટામાં મો'ટા બંદુકના ધડાકા કે વિજળીના કડાકા સુધીના અવાજો-ઘન, પ્રવાહી અને વાયુરુપ એમ ત્રણે પ્રકારના પદાર્થોમાં ઉત્પન્ન થઇ શકે છે; અને એ પદાર્થોમાં પોતાની ઉત્પત્તિથી દૂર સુધી પહોંચી શકે છે. તેમજ એ પદાર્થોમાંથી આવતો અવાજ તેની પાસે કાન રાખવાથી આપણે સાંભળી શકીએ છીએ. વળી ઘન અને પ્રવાહી પદાર્થમાં અમુક અંતર કાપતાં અવાજને જેટલીવાર

લાગે છે તેના કરતાં વાયુરુપ પદાર્થોમાં, તેટલુંજ અંતર ચાલતાં વધારે વાર લાગે છે. ધ્વનિ અથવા અવાજના વેગ ઉપર બોલતી વખતે આ બાબત વિષે આપણે વધારે ખુલાશો કરીશું.

જૂદી જૂદી જાતના પદાર્થોમાંથી આવતા અવાજો જે ઠેકાણેથી તેઓ ઉત્પન્ન થાય છે ત્યાંથી, તે આપણને તેમનું જ્ઞાન થાય છે ત્યાં સુધીમાં તેની કેવા પ્રકારની સ્થિતિ હોય છે તે જાણવાની હવે તમને સ્વાભાવિક જીજ્ઞાસા થઇ હશે. કોઇ પણ પદાર્થમાં કંપ થાય છે, એટલે તેના અણુઓમાં સ્વાભાવિક ગતિ થાય છે, એ તો આપણે જાણીએ છીએ. આ ગતિ તે પદાર્થોના અણુઓ પાસે રહેલી હવાના અણુઓને ગતિમાં મૂકે છે જે અણુઓ પાસેના બીજા અણુઓને ગતિમાં મૂકે છે. એમ થતાં થતાં કાનમાં રહેલી હવા ગતિમાન થાય છે અને કાનની અંદર જ્ઞાનતંતુને અથડાય છે એટલે આપણને મગજમાં જ્ઞાન થાય છે કે અમુક અવાજ સાંભળ્યો. આ પ્રમાણેની હવામાં થતી ગતિ એજ શબ્દ છે. આ અવાજની ગતિ હવામાં કેવી હોય છે તેની કંઇ તમે કલ્પના કરી શકો છો? દરીયામાં પાણીનાં મોજાં ચાલ્યાં આવતાં તો તમે ઘણીવાર જોયાં હશે. એક માઇલપરથી એક મોજું ચાલ્યું આવતું જણાય છે. પરંતુ એટલું આઘેનું પાણી કંઇ પાસે આવ્યું નથી એમ તમારા લક્ષમાં આવ્યું હશે. એક પ્રકારની ગતિ આઘેના પાણીમાં હતી તે તેની પાસેનામાં પછી તેની પાસેનામાં એમ કરતાં કરતાં કિનારાની પાસેના પાણી સુધી ચાલી આવી. ધ્વનિની ગતિ હવામાં ઘણીખરી એવીજ રીતની હોય છે. અને તેથી એ ગતિને ધ્વનિતરંગો અથવા અવાજના મોજાં કહેવામાં આવે છે. જેઓએ દરિયાનાં મોજાં લક્ષપૂર્વક નહિ જોયાં હોય તેઓએ કદાચ ઘઉંના ખેતરપર

પવનનો ઝપાટો આવે ત્યારે જે દેખાવ થાય છે તે જોયો હશે. તે વખતે દરિયાનાં મોજાં જેવોજ દેખાવ થાય છે. જેવો પવનનો ઝપાટો આવે છે તેવો દરેક છોડ માત્ર વાંકો વળી જાય છે અને પાછો તરત ઉઠેછે. એ છોડ જેવો પાછો ઉઠતો હોય છે તે વખતે પેલા પવનના ઝપાટાના બળથી તેની આગળનો છોડ વાંકો વળી નમતો હોય છે, વળી તે ઉઠવાની તૈયારી કરે છે કે તેની આગળનો વળતો હોય છે એમ આગળ ને આગળ થયા કરે છે. આ પ્રકારની ગતિમાં એટલું તો ખુલ્લુંજ છે કે દરેક છોડનો ઉપલો ભાગ માત્ર વાંકો વળી પાછો ઉંચો થઈ આમ તેમ હાલે છે, કંઈ પોતાની જગા છોડી આગળ ચાલતો નથી, પરંતુ જેમ જેમ પવનનો ઝપાટો આગળ આગળ વધતો જાય છે તેમ તેમ પેલા આગળ આગળના છોડવાઓ પણ એ પ્રમાણે નીચા વળે છે અને પવનનો ઝપાટો તેમનાથી અગાડી નીકળી ગયે પાછા ઉંચા થઈ જાય છે. સઘળા છોડો એક પછી એક નિયમિત ગતિ કરે છે અને તેથી દરિયાનાં મોજાને આબેહુબ મળતો આ દેખાવ થાય છે. આ દાખલાઓથી તમારી ખાત્રી થઈ હશે કે કોઈ ઘન, પ્રવાહી કે વાયુરુપ પદાર્થમાં ઘસારાથી કે ઠોકાથી કે એવી બીજી કોઈ રીતે ઉત્પન્ન થતો અવાજ, તે પદાર્થના અણુઓમાં એકથી બીજાને અને બીજાથી ત્રીજાને એમ છેડા સુધી લાગતી મોજા જેવી ગતિ છે. પવનના ઝપાટાથી નીચા ઉંચા થતા છોડવાની તરંગરૂપ ગતિ અને દરિયાના મોજાનું સ્વરૂપ એ બે દાખલા અવાજ એક સ્થળેથી બીજે સ્થળે કેવી રીતે પહોંચે છે તે સમજાવવાને માત્ર આપ્યા છે પરંતુ અવાજની ગતિમાં અને આ બેમાં એક ફેર છે; તે એ છે કે ખેતરપરના પવનના ઝપાટાની

ગતિ અને આ મોજાની ગતિ માત્ર એકજ દિશા તરફની હોય છે, જ્યારે અવાજની ગતિ પોતાની ઉત્પત્તિથી સઘળી દિશા તરફ હોય છે. આ કારણથી અવાજની ગતિનું વધારે સારૂં ઉદાહરણ તળાવમાં કે એવાજ કોઈ બાંધેલા જળાશયમાં કાંકરો નાંખવાથી થતા એક એકથી મોટા કુંડાળા અથવા લહેરોથી મળે છે. કારણ કે જે સ્થળે કાંકરો પાણીમાં પડયો તે સ્થળથી ચારે દિશાએ આ ગતિ પ્રસરે છે અને તે આપણને ના'નાંથી મો'ટાં મો'ટાં થતાં કુંડાળાથી માલમ પડે છે. અવાજ પણ આજ પ્રમાણે પોતાની ઉત્પત્તિથી ચારે બાજુએ પ્રસરે છે. પાસેના ચિત્રમાં હવામાં અવાજની ગતિ કેવી રીતે થાય છે તે બતાવ્યું છે. બારીકીથી જોશો



ચિત્ર ૨૫ મું. અવાજની લહરિઓ.

તો આ કુંડાળા કરતાં પણ અવાજના પ્રસારમાં સહજ ફેર છે જે તરત જણાય એવો છે. જ્યારે કુંડાળા માત્ર એક અમુક સપાટીપરજ થાય છે, ત્યારે અવાજના તરંગો ઉંચે તેમજ નીચે અર્થાત્ દશે દિશામાં એકી વખતે પ્રસરે છે.

ધ્વનિનો વેગ.

દોહરો.

ક્રિયા કરો પણ કાર્ય ફળ,–માટે રાખો ધીર;
શબ્દ પવન–અશ્વે ચ'ડે, પણ સમય લિયે વીર. ૧

ધ્વનિને તેની ઉત્પત્તિના સ્થાનથી કાન સુધી આવતાં કંઇક વખત લાગે છે એમ કોઇને પણ લાગ્યા વિના રહ્યું નહિ હોય. દૂર મુકેલી તોપનો પ્રકાશ અને ધૂમાડાનો ગોટો, એનો ધીમો ધડાકો કાનને સંભળાય તે પેહેલાં, આપણે જોઇ શકીએ છીએ. કારીગરનો હથોડો એરણપર નિઃશબ્દ પડતો હોય એમ આપણને લાગે છે. કારણ કે તેનો ધબાકો (ઠોકો) ફરીથી હથોડો ઉંચો થાય છે ત્યારે કાનને પહોંચે છે. મેઘગર્જના અને વિજળીનો ચમકારો જો કે એકજ વખતે થાય છે તોપણ ઝંખવી નાંખતો પ્રકાશનો ચમકારો થોડી સેકન્ડો પેહેલાં થયો હોય એમ લાગે છે; એ આ વ્યતિકર(બનાવ)નું સામાન્ય ઉદાહરણ છે. પણ કદાચ અવાજના આ ગુણનું સૌથી વધારે અસરકારક ઉદાહરણ વાદ્યંત્ર વગાડનારી યોદ્ધાઓની ચાલતી લાંબી ટુકડીઓમાંની આગળની હારમાં જણાય છે; જો કે પ્રત્યેક માણસ વાદ્યંત્રનો અવાજ સંભળાય તેજ વખતે તેને અનુકૂળ પગલાં મૂકે છે, તો પણ બેન્ડથી દૂરનાં માણસો આગળની હારના કરતાં જૂદેજ પગલે ચાલતા જણાય છે. વાદ્યંત્ર પ્રમાણે બરાબર સમય સાચવનાર માત્ર વાદ્યંત્રના વગાડનારાજ હોઈ શકે છે; કારણ કે તેઓજ માત્ર ગાયનને તેની ઉત્પત્તિની ક્ષણે સાંભળી શકે છે.

ધ્વનિનો વેગ શોધી કા'ડવા માટે પ્રયોગો કરવાનું કામ ઈ. સ. ૧૮૨૨ માં એક ફ્રેંચ મંડળને સોંપવામાં આવ્યું હતું.

પારીસની પાસેની બે ટેકરીઓ, પસંદ કરી બન્ને સ્થળે એકેક તોપ મૂકવામાં આવી હતી. તોપનો ઝળકારો (પ્રકાશ) જણાયો અને ધડાકો સંભળાયો એ બેની વચ્ચેનો સમય નોંધીને તથા અવાજને ચાલવું પડયું તે અંતરનું પ્રમાણ લઇને એ શોધકોએ ધ્વનિનો વેગ દર સેકન્ડે ૧૧૧૮ ફીટ જેટલો નક્કી કર્યો છે. હવાની ઉષ્ણતાના પ્રમાણમાં અવાજના વેગમાં ફેર પડે છે. સામાન્ય રીતે હવામાં અવાજનો વેગ દર સેકન્ડે ૧૧૨૫ ફીટ જેટલો ગણાય છે, જૂદાં જૂદા મધ્યસ્થ પદાર્થોમાં ધ્વનિનો વેગ જૂદો જૂદો હોય છે. કેટલાક ઘન પદાર્થોમાં અવાજ દર સેકન્ડે ૧૭૦૦૦ ફીટ જેટલા વેગથી ચાલે છે, અને કેટલાકમાં તેનાથી ૧/૪ જેટલો વેગ હોય છે. પાણીમાં શબ્દનો વેગ દર સેકન્ડે ૪૭૦૦ ફીટ જેટલો હોય છે. હવામાં એનો વેગ બહુ ઓછો છે. ઠંડીના દિવસોમાં તો માત્ર ૧૦૯૦ ફીટ જેટલો હોય છે. પરંતુ ગરમ હવામાં અવાજ ૧૧૪૦ ફીટ જેટલો ચાલે છે.



વાયુશૂન્ય જગામાં અવાજનો અભાવ.

ઉપજાતિ છંદ.

હવા વિના શબ્દતણો અભાવ, શરીરમાં તાદૃશ છે બનાવ;
જો દેહમાંથી અળપાય પ્રાણ, તો બોલવાનું ટળિયું પ્રમાણ.

ઘન, પ્રવાહી અને વાયુરુપ સર્વ પદાર્થો પોતાનામાં અવાજની ગતિ થવા દેવાને શક્તિમાન છે એ તો આપણે જાણ્યું. પરંતુ તેની સાથે એ પણ ધ્યાનમાં રાખવું જરૂરનું છે કે અવાજને તેની ઉત્પત્તિના સ્થળથી કાન સુધી લઈ જવા

માટે એટલે કે અવાજ સંભળાવામાં એવા કોઈ પણ પદાર્થની અવશ્ય જરૂર છે. આ બાબત સ્પષ્ટ કરવાને ધ્વનિ શાસ્ત્રીઓએ એક પ્રયોગ શોધી કા'ડયો છે. વિજળીની બનાવટથી પોતાની મેળે વાગતી ઘંટડીને વાયુશોષક યંત્ર ઉપર મૂકેલા રિસીવરમાં* મૂકો. જેમ જેમ માંહેની હવા ઓછી થતી જાય છે તેમ તેમ તે પાતળી થતી જાય છે અને અવાજ પણ ધીમો ધીમો પડતો જતો લાગે છે, અને છેલ્લે તે વાગતી બંધ થઈ ગઈ હોય એમ લાગે છે. જો કે રિસીવરના કાચમાંથી ઘંટડીનો દાંડો વાડકી સાથે એટલાજ જોરથી અથડાતો, આપણી નજરે જણાય છે. ફરીથી હવા પાછી અંદર આવવા દેવામાં આવે છે તો અવાજ પાછો શરૂ થાય છે.

પર્વતવાસીઓ, દરિયાની સપાટીથી ઉંચે હોય છે, તેઓને વધારે જોરથી ઘાંટો પાડીને બોલવાની જરૂર પડે છે. કારણ કે જમીનપર જેટલા જોરથી આપણે બોલીએ છીએ તેટલા જોરથી ત્યાં ઘાંટો કા'ડે તો અવાજ સંભળાતો નથી. એવે સ્થળે પિસ્તોલનો ધડાકો ચાબખાના સડાકા જેવો સંભળાય છે. એવી ઊંચાઈના સ્થળોની હવા સ્વાભાવિક રીતે પાતળી હોય છે, તેથી માણસોના ઘાંટાની સ્થિતિ ઉપર વર્ણેલા વાયુશોષક યંત્રપરના રિસીવરમાંની ઘંટડીના જેવી થાય છે. ઉપલા પ્રયોગની યથાર્થ સિદ્ધિ કરવા માટે ઘંટડીને ઊનના પડ ઉપર મૂકવી જોઇએ, કારણ કે એમ ન કરવામાં આવે તો ઘંટડીની વાડકી સાથે દાંડાના અથડાવાથી ઘંટડીના પદાર્થમાં થતો કંપ વાયુશોષક યંત્રના ભાગોને પહોંચે છે અને તેના ઘન પદાર્થ મારફત બહારની હવાને લાગે છે. આ પ્રયોગથી આપણે એટલું સમજાય છે કે વાયુશૂન્ય જગ્યામાં થતો ધ્વનિ અવા-

* એક હાંડીના ઘાટનું ઉંધું પાડેલું કાચનું વાસણ.

જરૂપે આપણને પહોંચી શકતો નથી, કારણ કે તેને આપણા કાન સુધી આણનાર અર્થાત્ આપણા કાનમાં રહેલા જ્ઞાનતંતુને અમુક પ્રકારે ઉત્તેજીત કરનાર હવારૂપ કોઈ સાધન નથી.

પ્રતિધ્વનિ-પડઘો.

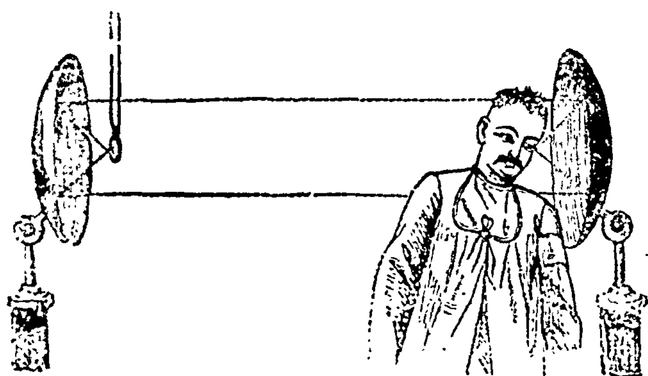
દોહરો.

જડ વસ્તુ પણ જગતમાં, સામો દિયે જવાબ;
બોલે તેવું સાંભળે, છો કો હોય નબાબ. ૧

હવામાં ધ્વનિ લહરિ (મોજા)ના રૂપમાં પોતાની ઉત્પત્તિના ઠેકાણાથી સર્વ બાજૂએ પ્રસરે છે, એ તો આપણે સમજયા. જ્યાં સુધી આ ધ્વનિની લહરિઓને કંઇ અડચણ નડતી નથી, ત્યાં સુધી તેઓ એક મધ્યબિંદુવાળાં વર્તુલોના આકારમાં આગળ વધે છે. પણ જેવી કંઇ પણ અડચણ નડી કે બીજા સર્વ સ્થિતિસ્થાપક પદાર્થોની પેઠે તેઓ પાછા હઠે છે એટલે કે તેઓ પરાવર્ત્તન પામે છે. અને અડચણ કરનારી વસ્તુને જે ઠેકાણે લહરિઓ અડકી હોય તે ઠેકાણું જાણે મધ્યબિંદુ હોય એમ ત્યાંથી લહરિઓ પાછી ઉલટે છે એટલે તે ઠેકાણેથી નવી લહરિઓ બનવા માંડે છે અને તે ધીમે ધીમે જયાંથી પહેલાં લહરિઓ શરૂ થઇ હોય ત્યાં સુધી આવે છે. આને ધ્વનિનું પરાવર્તન કહે છે.

ઉષ્ણતાના (ગરમીના) અને પ્રકાશના (અજવાળાના) પરાવર્તન જેવાજ ધ્વનિના પરાવર્તનના નિયમ છે. આથી બે અંતર્ગોળ વાસણોને થોડે આઘે આઘે મૂકયા હોય છે, અને તેના એક વાસણના મધ્યબિંદુ આગળ ધીમે ધીમે બોલીએ છીએ કે ઘડીઆલ મૂકીએ છીએ તો તે બન્ને પેલા બીજા

વાસણના મધ્યબિંદુ આગળ બરાબર તેટલાજ જોરમાં સંભળાય છે. વળી જ્યારે કોઇ માણસ ધીમે બોલતો હોય છે ત્યારે તેને સાંભળવાને આપણે કાન પછાડી હાથ મૂકીએ છીએ તે શા સારૂ? એમ કરવાથી હથેલીના પોકળ ભાગને ધ્વનિની ધીમી લહરિઓ અથડાય અને પાછી ત્યાંથી પરાવર્તન પામી પાસે આવેલા કાનમાં જાય એટલા માટે.



ચિત્ર ૨૯ મું. ધ્વનિનું પરાવર્તન.

ખડબચડા પદાર્થો કરતાં સાફ અથવા લીસા પદાર્થો અવાજનું વધારે સારૂં પરાવર્તન કરે છે. સૌથી વધારે સારો પ્રતિધ્વનિ અથવા પડઘો સહજ અંતર્ગોળ સપાટીવાળા પદાર્થથી થાય છે.

ઘન પદાર્થોનેજ અથડાતાં અવાજનો પડઘો પડે છે એમ કંઈ નથી; પરંતુ પ્રવાહી અને વાયુરુપ પદાર્થોની સપાટી પણ શબ્દના પરાવર્તનના કારણરૂપ થઈ શકે છે. કૂવામાં મ્હોં ઘાલીને આપણે બોલીએ છીએ તો તરત તેનો પડઘો સંભળાય છે. સ્થિર પાણીની સપાટીપર પણ ધ્વનિનું પરાવર્તન ઘણુંજ નવાઈ જેવું થાય છે. શાંત સરોવરપર એક કિનારેથી

કુતરાઓનું ભસવું અથવા મનુષ્યોનો કોલાહલ ઘણા માઈલ જેટલે દૂર સુધી સંભળાય છે.

પુલની કમાન નીચે કોઈ માણસ ઉભો રહે અને ભૂંગળા તરફ મ્હોં કરીને બોલે તો અવાજ બીજી બાજુના ભૂંગળા આગળ એવો ચોખ્ખો સંભળાય છે કે ધીમે ધીમે બોલીને બે માણસોથી વાત થઈ શકે અને તે બેની વચમાં ઉભેલો કોઈ માણસ સાંભળી શકે નહિ. પારીસમાં એક મકાનના પેહેલા માળપરના ઓરડાની છત દીર્ઘવર્તુળાકાર છે. ત્યાં આગળ ઉપર પ્રમાણેનો ચમત્કાર બરાબર થાય છે. વિજાપૂરમાં પણ એવો એક ઘૂમટ છે.

ખ્રિસ્તિ લોકોનું એવું મત છે કે માણસ જો પોતાનાં કરેલાં પાપોનો પશ્ચાતાપ કરે તો તેને ક્રાઇસ્ટ તે પાપોની માફી અપાવે છે. આથી વિલાયત વગેરે દેશોમાં સંખ્યાબંધ લોકો પોતાનાં પાપ માફ કરાવવાની લાલચથી દેવલોમાં જઇને એકાંત સ્થળમાં ધર્મગુરૂઓ પાસે બેસી પોતાનાં કરેલાં પાપોનું કથન કરે છે. અને હવે પછી તેવાં પાપ ન થાય અને તે થયલાં માફ થાય એટલા સારૂ પશ્ચાતાપ કરે છે. સંખ્યાબંધ માણસોની આવી ગુહ્ય બાબતો કોઈ સાંભળી ન જાય તેટલા સારૂ દેવળોમાં આ પાપની કબુલાત કરવાની ખાસ જગા રાખવામાં આવે છે, અને ત્યાં બહુજ ધીમે એક બીજાના કાનમાં બોલતાં હોય તેમ વાત કરવામાં આવે છે. ઈંગ્લંડમાં સૌથી મોટું સેંટપોલનું દેવલ છે. એ દેવલમાંની ભીંતો સહજ અંતર્ગોળ છે. તેની એક બાજુપર પાપની કબુલાત કરવાની ઓરડી રાખવામાં આવેલી તેથી અવાજ એ ભીંતેથી પરાવર્તન પામી બીજી ભીંતે અથડાતો અને ત્યાંથી બીજો બે વાર પરાવર્તન પામી પેલી ઓરડીની બરાબર

સામે નાકે પહોંચતો. આથી જે વાત આ ઓરડીમાં થતી તે ત્યાં સંભળાતી. પ્રતિધ્વનિના નિયમોના જ્ઞાન વિનાના પેલા બિચારા ભોળા ભટાક પાદરીઓ સમજતા કે આ લોકોની ગુહ્ય વાતો માત્ર આપણેજ જાણીએ છીએ; પણ એવું બનતું કે, કોઈ કોઈ ટીખળી પુરુષ જેનો કાન અચાનક પેલી સામી ભીંત પાસે આવી જતો અને કંઈ અવાજ કાનમાં પડતો; તે જીજ્ઞાસાથી ત્યાં સાંભળવા ઉભો રહી બધું સાંભળી લેતો. એક નાકાપર ધીમે ધીમે બોલેલું બીજે નાકે સંભળાય એવાં સ્થળોને ઇંગ્રેજીમાં "વ્હિસ્પરિંગ ગેલરીઓ" કહે છે. એવી ધીમે ધીમે કાનમાં વાત કરવાની ખોલીઓની ભીંતો સાફ અને સહજ સહજ ચારે તરફથી વાંકી હોય છે. એક ઠેકાણે માણસ બોલે છે તે ઘણે દૂર બીજે ઠેકાણે બરાબર સંભળાય છે. વળી કેટલીક એવી પણ જગાઓ હોય છે કે જેમાં પડઘો મૂળ ધ્વનિ કરતાં વધારે જબરો થાય છે અથવા વધારે વાર ચાલે છે. લંડનમાં એક ગોળાકાર ઘૂમટ છે તેમાં જો જરા ઉદ્ગાર કા'ડ્યો હોય છે તો તે ખડખડાટ હસવાની પેઠે સંભળાય છે, અને કાગળની કાપલી ફાડીએ છીએ તો કરાં પડતાં હોય એવો મો'ટો અવાજ થાય છે.

ભીંતો, ખડકો કે એવા ઘન પદાર્થોથી કે પાણીથીજ ધ્વનિ પરાવર્તન પામે છે એમ માનવાનું નથી. વાદળાથી પણ તેમ થાય છે. તથા જ્યારે જ્યારે ધ્વનિની લહરી પોતાની હવાના કરતાં વધારે જાડી હવામાં પેંસે છે ત્યારે વાયુરુપ પદાર્થોથી પણ પરાવર્તન પામે છે અને તેથી કેટલીક વખતે પડઘો પણ સંભળાય છે.

પાસે કે આઘે આવેલી અડચણને લીધે પરાવર્તન પામેલી ધ્વનિની લહરિઓવડે હવામાં જે બીજો અવાજ

સંભળાય છે તેને આપણા લોકો પડઘો (પ્રતિધ્વનિ) કહે છે. એક અરણ્યમાં અથવા ખડક કે ઇમારત તરફ જો મો'ટેથી કંઇ બોલીએ તો થોડીવારે તેજ અવાજ પાછો સાંભળવામાં આવે છે એ તો સૌના અનુભવની વાત હોવી જોઇએ. તથા કોઇ બીજો માણસ ત્યાં આયળ બોલતો હોય એમ લાગે છે. આ માત્ર પરાવર્તન પામેલી ધ્વનિની લહરિઓ છે. ત્યારે સવાલ એ થાય છે કે આપણા ઘરમાં અથવા બીજા ના'ના ઓરડાઓમાં આપણે વાતો કરીએ છીએ તેનો કેમ પડઘો પડતો નથી? ખરૂં જોતાં તો આપણે જે બોલીએ છીએ તે અવાજ ભીંતો વગેરેને અથડાઇને પરાવર્તન તો પામે છેજ, પરંતુ અવાજના વેગના પ્રમાણમાં આપણા મ્હોંડાથી ભીંત સુધીનું અંતર એટલું બધું થોડું છે કે તેટલું ચાલી પાછા કાન સુધી આવતાં તેને કંઇ જણાય એવો વખત લાગતો નથી અને તેથી તે આપણા મૂળ અવાજની સાથે સેળભેળ થઇ જાય છે. આમ છે તેથી પ્રતિધ્વનિ અથવા પડઘો બરાબર છૂટો સંભળાવા માટે બોલનારની અને પરાવર્તક વસ્તુની વચ્ચે વધારે અંતર જોઇએ. મો'ટાં મો'ટાં દિવાનખાનાંઓમાં અને જાહેર ભાષણો આપવાના હોલમાં પ્રતિધ્વનિ સંભળાય છે અને ભાષણ કર્ત્તાના ચાલતા ભાષણમાં આ પ્રતિધ્વનિ પાછો એકઠો થઇ ભાષણને અસ્પષ્ટ કરી નાંખે છે. આટલા સારૂજ એવા સ્થળોમાં ભીંતોપર પડદા લટકાવવાની કે ભીંતો ખડબચડી થાય એ હેતુથી તેનાપર તરેહવાર આકૃતિઓ કહાડી અવાજનું પરાવર્તન ન થાય એવી તજવીજો કરવી પડે છે. સાધારણ રીતે ઝપાટાથી બોલનાર માણસ એક સેકન્ડમાં વધારેમાં વાધારે પાંચ અક્ષર બોલી શકે છે, એમ જૂદી જૂદી અજમાયશોથી માલૂમ પડચું છે. હવે સાધારણ

ધ્વનિનેા વેગ ૧૧૨૦ ફુટ છે એટલે $\frac{1}{5}$ સેકન્ડ જેટલા વખતમાં અવાજ ૨૨૪ ફુટ ચાલી શકશે. તેથી જો ઉચ્ચારેલા ધ્વનિને જતાં અને તેના પ્રતિધ્વનિને પાછા આવતાં એમ મળીને $\frac{1}{5}$ સેકન્ડ લાગે તેા એ બે ધ્વનિ એકમેક થઇ જાય નહિ અને પડઘેા બરેાબર સંભળાય. તેથી મનુષ્યનાં અવાજનેા પડઘેા બરાબર સાંભળવાને એાછામાં એાછું પરાવર્તક વસ્તુથી ૧૧૨ ફુટનું છેટું હેાવું જોઇએ. સપાટાથી અને જોરથી થતા અવાજનેા પડઘેા ઉત્પન્ન થવાને પરાવર્તક વસ્તુ ૫૬ ફીટ આઘે હેાય તેા પણ ચાલે, પરંતુ વાણીસ્થાનમાંથી કરાતા ઉચ્ચારને પાછેા સાંભળવાને તેથી બેવડું છેટું અવશ્ય હેાવું જોઇએ.

પરાવર્તક વસ્તુ ઉપર જણાવેલે અંતરે હશે તેા છેલ્લા એકજ અક્ષરનેા પડઘેા સંભળાશે; એટલાથી બમણી ત્રમણી દૂર હશે તેા તે પ્રમાણે છેલ્લા બે ત્રણ અક્ષરેા ફરી સંભળાશે. જો બરાબર સામસામે બે ભીંતેા કે એવીજ અડચણ કરનારી વસ્તુએા હેાય તેા એકનેા એક અવાજ વારેવારે ઉઠે છે અને પડઘાપર પડઘેા સંભળાય છે. એકનેા એક અવાજ ૨૦ થી ૩૦ વાર સંભળાય એવા પણ પડઘા પડે છે. મેથેરાનમાં 'એકેાપેાઇન્ટ' (Echo point) કરીને એક જગ્યા છે, ત્યાં આગળ ઉભા રહીને બેાલીએ છીએ તેા બે વાર પડઘેા સંભળાય છે. પારીસ પાસે એક જૂનું દેવલ છે તેમાં લગભગ ૨૦ વાર પડઘેા પડે છે. વુડસ્ટેાક આગળ એક સ્થળ છે ત્યાં ૧૭ થી ૨૦ વાર પડઘેા સંભળાય છે. ઇટાલીમાં આવેલા સીમેાનેટામાં એક ઇમારત છે, ત્યાં એક અવાજનેા ૩૦ વાર ફરી ફરીને પડઘેા પડે છે. પ્રખ્યાત વિદ્વાન એડીસન લખે છે કે મીલન શેહેર આગળ એવું સ્થળ છે કે જ્યાં એક પીસ્તેાલના ધડાકાનેા પડઘેા ૫૬ વાર પડે છે. સ્કેાટલંડમાં

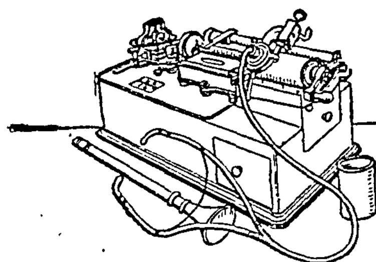
કીલાર્નીના સરોવરપર પણ આજ પ્રમાણે ઘણી ફેરા પડઘાના પડઘા સંભળાય છે. મૂળ ધ્વનિ કરતાં પડઘામાં ઘણી વાર ફેર પડે છે કેટલાક પડઘામાં અવાજ વધારે જોરથી આવે છે. કેટલાકમાં હસતા હોય કે મશ્કરી કરતા હોય કે રડતા હોય એવી ઢબમાં પણ પડઘા સંભળાય છે.

ધ્વનિલેખક યંત્ર (ફોનોગ્રાફ *).

ઘનાક્ષરી છંદ.

મરેલાની છબીને બતાવનાર ફોટોગ્રાફ,
ફેલી ગયો ગામ ગામ ઠામ ઠામ ધામ ધામ;
લોકો જોઇ છબી નિજ કુટુંબ કબીલા તણી,
કે'તા-"એના બોલ ક્યાંથી સાંભળીએ રામ રામ!"
વિદ્યા કળા થકી એવા સંતાપના શબ્દ નહીં–
સાંભળી શકાયા માંડયો યત્ન ધરી મામ હામ,
દૂરવાસીની કે પરલોકવાસીતણી વાણી–
પાછી આપે આણી કર્યું ફોનોગ્રાફ યંત્ર કામ. ૧

એ યંત્ર આ સૈકાના પ્રખ્યાત વિદ્યુત્શાસ્ત્રી એડીસને શોધી કહાડયું છે. વિદ્યાના વિષયથી અપરિચિત (અણજાણ) પ્રજા આ યંત્રપર મોહિત થઈ ગઈ છે એમ કહીએ તોપણ ચાલે. તથા વિદ્યાનું જ્ઞાન ધરાવનારાઓને પણ એનાથી કાંઈ ઓછો આનંદ ઉપજે છે એમ નથી. માણસની વાણીથી બો-

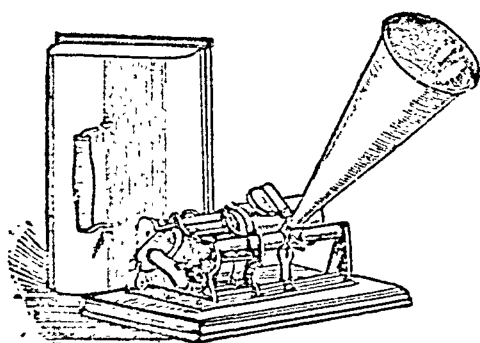


ચિત્ર ૨૭. ફોનોગ્રાફ.

---

* Phonograph.

લાતા કે અન્ય પ્રાણીઓ કે વાદ્યંત્રથી કોઇ પણ રીતે થતા ધ્વનિ પાસે આ યંત્ર ચાલતું કરીને મૂક્યું હોય છે તો એ યંત્ર તે ધ્વનિના સંસ્કાર ધારણ કરી લે છે, અને પછી તેને ગોઠવવાથી બધા ધ્વનિ આપણને સંભળાય એવા નીકળે છે. એની રચનાનું વર્ણન બીજી પ્રભામાં કરીશું. અત્ર માત્ર એનું ચિત્ર આપી વાંચનારને એટલુંજ કહીશું કે એ યંત્રવડે હજારો લાખો કોશપરનાં માણસોનો ઘાંટો, તેમનાં ભાષણો આપણે અહીં બેઠા બેઠા સાંભળી શકીએ છીએ. સારા મધુર ગાયનોનો એકવાર એમાં સંસ્કાર લઈ લીધો હોય તો પછી જ્યારે ઈચ્છામાં આવે ત્યારે તેને સાંભળી શકાય છે. આવી ને આવી અસંખ્ય રીતે આ યંત્ર માણસના જીવને સંતોષ સાથે આનંદ આપનારૂં થઈ પડે છે. અવાજના સંબંધમાં બીજી ઘણી બાબતો આનંદ ઉપજાવે એવી છે. જે બીજી પ્રભામાં આપવામાં આવશે.



અકસ્માત બનાવો અને તે વખતે લેવાના ઉપાયો.

દોહરો.

અકસ્માતમાં એકદમ, આવે કામ ઉપાય;
સહાય હોય ન હોય પણ, બચવા યત્ન કરાય.

દૈવયોગ અથવા અકસ્માત બનાવો ઘણે પ્રસંગે બને છે. અને તે બનાવો એવે સ્થળે અને એવે સમયે બને છે કે જ્યારે જ્યારે તેમ થવાનો પ્રસંગ આવે છે, ત્યારે મદદ કરવાને કોઈજ તે સ્થળે હોતું નથી. અથવા શારીરિક અકસ્માતોના પ્રસંગે તો તે બનાવનો ભોગ થઈ પડેલો માણસ પોતે એકલોજ હોય છે. અને તે એવો ગભરાઈ જાય છે કે સામાન્ય બુદ્ધિ પણ તે સમયે વાપરવાનું એને સૂઝતું નથી. અને પાસે જો પ્રસંગે કોઈ માણસ અથવા માણસો હોય છે તો તે પણ ગભરાઈ જઈ તે બિચારાને મદદ કરવાને બદલે ગભરાટમાં વધારે નુકસાન કરી બેસે છે. આમ છે તેથી શારીરિક દૈવયોગોનાં બનવા પ્રસંગે પ્રત્યેક માણસે પોતે શું કરવું જોઇએ અથવા પાસેનાં માણસોએ કેમ વર્તવું જોઇએ, એ સંબંધી થોડો ખુલાસો કરવામાં આવે, તો એવા સંકટના પ્રસંગમાં દરેક માણસને તે ઉપયોગી થઈ પડે એમ ધારી આ વિષય હાથમાં લીધો છે.

મૂર્છા—માણસને એકાએક મૂર્છા આવે છે ત્યારે તેને એકદમ માથું નીચું રાખી સુવા દેવો, તથા શરીરપર જે વસ્ત્રો પહેર્યાં હોય તે ઢીલા કરવા, જેમ બને તેમ વધારે સ્વચ્છ હવા તે માણસને મળે એમ કરવું અને તેની આજુબાજુ

લોકોનો જમાવ થતો અટકાવવો. સુગંધી ક્ષારો તેના નાક આગળ સંભાળપૂર્વક ધરવાં. અને તરતજ મુખ ઉપર થોડું ઠંડું પાણી છાંટવું. મૂર્છા જો વધારે વેળા ટકે અને હાથ પગ ઠંડા થયલા જણાય તો ગરમ પાણીવાળી શીશીઓનો શેક ચાલુ કરવો. અને દરદીને કંઈ લેવા (પીવા) જેવી શુદ્ધિ જણાય તો પાણીમાં બ્રાંડી અથવા જરા દ્રાક્ષારસ (દારૂ) નાખી એકાદ ચમચો પાવો.

શ્વાસાવરોધ (રૂંધણ). ખોરાક, પ્રવાહી અથવા એવીજ કોઇ વસ્તુઓનાં ગળામાં ચોંટી રહેવાથી, અથવા શ્વાસનાં રસ્તામાં પેસી જવાથી રૂંધણ-એટલે શ્વાસ લેવામાં હરકત-થાય છે. જેથી માણસનું મુખ એકદમ કાળું પડી જાય છે. એવી દુષ્ટ રૂંધણમાં જરા પણ વખત ખોવો નહિ. તુરત મ્હોડું ઉઘાડીને, જીભ ઉપરથી છેક પાછળ પહોંચે એ પ્રમાણે તમારી આંગળી, સંકોચાયા વિના ઘાલવી; અને આંગળી વાંકી કરી અણખતને ખેંચી કા'ડવી અથવા તો ખસેડી નાંખવી. આમ કરવામાં જો કાર્ય સિદ્ધિ ન થાય તો જીભના પાછળનાં ભાગને દબાવી ઉલટી કરાવવા પ્રયત્ન કરવો; એમ કર્યે વિશ્રામ મળશે. બાળકોના સંબંધમાં ઘણી વેળા સુગમ પડતો એવો એક ઉપાય છે, જેમ કે છાતી અને પેટને કોઇ પણ ખુરસી અથવા મેજ જેવી કઠણ વસ્તુ સાથે ડબાવવા અને ખભાની વચ્ચેના પીઠના ભાગને ઠોકવો. આમ કરવાથી ફેફસાં (Lungs) માંની હવા વાયુની નળી-માંથી એટલા જોરથી નીકળે છે કે જેથી ઘણી વખત અણખત નીકળી જાય છે. બાળકોના સંબંધમાં જેમ ઘણી-વાંર બને છે તેમ જો સિક્કો ગળી જવાયો હોય તો સારો ઉપાય એજ છે કે બાળકને ટાંટીએથી પકડી સ્હેજ ઝોક્કાં

ખવડાવવા અથવા પીઠ ઠોકવી પરંતુ આવા સામાન્ય ઉપાયો નિરર્થક જવા માંડે તો તરત વિદ્વાન વૈદ્ય (ડૉક્ટર) ને બોલાવવો.

મો'ટી મો'ટી સભાઓમાં, તમાસાઓમાં, નાટકગૃહોમાં વગેરે સ્થળે જ્યાં થોડી જગામાં ઘણા માણસને એકઠા થવાનું હોય છે ત્યાં તેટલી જગામાં આટલા બધા માણસના શ્વાસપ્રશ્વાસથી હવામાં જે મનુષ્યના શ્વાસને કામનું દ્રવ્ય છે તે ઓછું થઈ જાય છે અને જે ઝેરી જેવી હવા પ્રશ્વાસથી નીકળે છે તે એટલી બધી એકઠી થઈ જાય છે કે પ્રસંગે ઘણા માણસો તે ઝેરી હવાને શ્વાસમાં લેવાથી ગુંગળાઈ જાય છે; અને મૂર્છિત થાય છે કે પ્રસંગે મૃત્યુ પામે છે. આવા પ્રસંગમાં પાસેના માણસોએ અત્યંત સાવધ રહેવું જોઇએ, કોઇ પણ માણસ મૂર્છિત થતું માલૂમ પડે કે તરત તેને બહાર ચોખ્ખી હવામાં ઉંચકી લઇ જવું, તેનાં કપડાં છોડી નાંખવા, અને માથાપર, મ્હોડાપર અને છાતીના ઉપલા ભાગપર ઠંડું પાણી રેડવું; તેમજ શ્વાસપ્રશ્વાસ (Respiration) બંધ થયો હોય તો કૃત્રિમ રીતે તેને ચલાવવો.

દારૂ અથવા એ પ્રકારના તીવ્રમાદક પદાર્થો એકદમ સામટા વધારે લેવામાં આવી જવાથી માણસને શુદ્ધિ ખોવડાવી બેભાન કરે છે એટલુંજ નહિ પણ ઘણે પ્રસંગે નવા શૉકીનને અથવા કોઈ પ્રસંગે ટેવાયલાને પણ મૂર્છા પમાડી શરીરમાં ઝેરી કેફ પ્રસરાવે છે. તે વેળાએ દરદીને તરત કંઈ ઢાંકણમાં ઘાલી દેવો જોઇએ. જો તે મૂર્છિત થયો હોય તો મસ્તક અને મુખપર ઠંડું પાણી છાંટી તેને જગાડવા પ્રયત્ન કરવો. તથા કોઈ પણ પ્રકારે ઉલટી થાય એમ કરવું. કોઈ પણ જાતના ઝેરી પદાર્થનું પાન થયું હોય છે ત્યારે તેને મટાડવાનો સૌથી પ્રથમનો ઉપાયજ ઉલટી છે, કારણ કે

ઉલટીની સાથે હોજરીમાં રહેલો ઝેરી પદાર્થ-મિશ્ર થયેલો વા થતો-સઘળો નીકળી જાય છે. પછી જો કદાચ લોહીમાં તે પદાર્થ ગયો હોય છે તો તેને કહાડવો અવશેષ રહે છે. આમ હોવાથી વમન કરાવવાના પ્રયોગો સર્વથા પ્રથમ કરવા યોગ્ય છે. પછી શરીરને ઉપરથી ગરમ કપડાંથી ઘસવું, દરદીને કામળામાં વીંટાળી દેવો, અને તેના પગને ગરમ પાણીની શીશીથી શેકવા-જેથી કેફમાં અવશ્ય ન્યૂન થતી શારીરિક ઉષ્ણુતા પાછી આવે.

શારીરિક ઉષ્ણુતા એ શું છે ને શા માટે ન્યૂન ન થવા દેવી જોઇએ, એ આગળપર સ્પષ્ટ કરીશું.

હાડકાં ભાંગવાં-ઘણે ઉંચેથી અથવા ઘણા જોરથી થોડી ઉંચાઇથી પણ પડવાથી માણસનાં હાડકાં અફળાઇને ભાંગે છે. ના'ના બાળકો બારીએથી પડે છે ત્યારે, તેમનાં હાડકાં વધારે કોમળ તેમ વધારે સ્થિતિસ્થાપક હોવાથી, ઘણે પ્રસંગે બચી જાય છે. તો પણ જ્યારે જ્યારે ઇજા વધારે પહોંચે છે ત્યારે બાળકોનાં હાડકાં પણ ભાંગે છે, કેટલેક પ્રસંગે અસહ્ય માર પડવાથી પણ હાડકાં ભાંગે છે મારામારીમાં જો હાડકાંનેજ માત્ર વાગે છે તો તો હાડકું ભાંગીને રહે છે પરંતુ જો કોઇ મર્મવાળા સ્થળે-જેવાં કે પેટ, કરોડ, માંથું વગેરેપર-વાગે છે ત્યારે તો ત્યાં રહેલા જ્ઞાનતંતુઓને સખ્ત પીડા થાય છે અને પ્રાણુહાનિના પ્રસંગો આવે છે. આવા કોઇપણ કારણુથી જ્યારે હાડકાંનો ભંગ થાય છે ત્યારે સૌથી પ્રથમ એટલું લક્ષમાં રાખવું કે જ્યાં સુધી હાડવૈદ્ય આવે ત્યાં સૂધી તે અવયવને બીલકુલ સ્થિર રાખવું અને જરા પણ હલાવવું નહિ. ભાંગેલા અવયવની બે બાજુએ જે કંઈ હાથ ચ'ડે તે મૂકવાથી એને સ્થિર રાખી શકાશે.

લાકડાની અથવા કામડીની ચીપો, ના'નાં ઓશીકાં, છત્રિ, બે ફરવા જવાની લાકડીઓ, ઉન અથવા રૂની ગાદી એમાંની જે ચીજ પાસે હોય તે કામે લગાડવી; અને એકાદ બે રૂમાલથી પોચી બાંધવી. જ્યાં સૂધી દરદીને તેના અવયવોનાં સંબંધમાં હાડવૈદ્યે તપાસ્યો ન હોય અથવા કંઇ ઉપાય ન કર્યો હોય ત્યાં સૂધી તેને ઉંચકવો નહિ, અને પછી પણ ઘણાં માણસોએ મળી સામટો ઉંચકી એકે પગલે ચાલવું. જો દરદીને ઘેર લઇ જવાનો હોય તો મેજ, મ્યાનો, અથવા એવા કોઇ સપાટ વાહનપર સૂવાડી લઇ જવો. પણ ઘણી વખતે ગાડીમાં ઘાલી દેવામાં આવે છે તેમ કરવું નહિ. આવી સામાન્ય કાળજીના અભાવથી ઘણી વખતે ભાંગેલાં હાડકાં માંસમાંથી બહાર નીકળે છે, અને તે અવયવ નકામું થવાનો ભય રહે છે.

કપડા સળગે ત્યારે શું કરવું? જો આપણાં પોતાનાં પેહેરેલાં કપડાં સળગવા માંડયાં હોય તો તુરત ભોંયપર સુઇ જવું, નહિ તો ઊંચે જતી ઝાળ કપડાંનાં ઉપલા ભાગને અથવા મસ્તક અને છાતીને બાળે છે. આમ તેમ આળોટવું; એમ દબાણ થવાથી બળતું હોલવાઇ જશે. અને તેજ સમયે જો બને તો કામળો, બન્નુસ અથવા સેત્રંજી જે હોય તેમાં વીંટાઇ જવું કારણ કે તેથી પણ બળતું દબાઇ જાય છે. ઉભા થઇ દોડાદોડ ન કરવી પણ કંઇ જોઇતું હોય તો આળોટતાં આળોટતાં તે સ્થળે જઇ લેવું. જો કોઇ બીજા માણસનાં કપડાં સળગ્યાં હોય અને આપણે પાસે હોઇએ તો સાવચેતી રાખી ઉપર જણાવેલો ઉપાય કરવો. સ્ત્રીઓએ આ પ્રમાણે બીજાને મદદ કરતાં અત્યંત કાળજી રાખવી અવશ્યની છે કારણ કે લપાલપમાં પોતાનાં લુગડાં વખતે સળગી ઉઠવાનો સંભવ રહે છે.

આ દૈવયેાગ અથવા અચાનક બનાવેા સંબંધી પ્રકરણ પ્રખ્યાત વૈદ્યોના અનુભવથી લખાયલા એક અમેરિકન પત્રને આધારે લખ્યું છે. અને સાધારણ વ્યવહારમાં ઘણુંજ ઉપયેાગી અને લાભકારક છે એટલુંજ નહી, પરંતુ અત્ર દર્શાવેલા ઉપાયેા અનુભવથી અને પ્રમાણથી સાબિત કરી નક્કી કરવામાં આવેલા છે તેથી ફતેહ મેળવવામાં અને વધારે દુ:ખદાયક પ્રસંગેા અટકાવવામાં ઉપયેાગના છે.

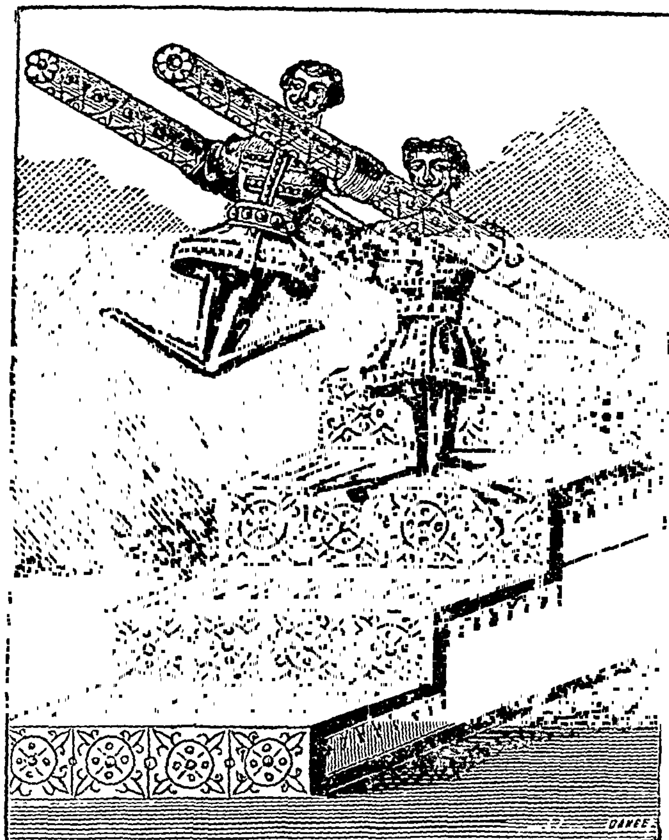


પોતાની મેળે ઉતરતાં પૂતળાં.

દોહરો.

વિદ્યા અંદર વિત્ત ને, વિદ્યા વિષે વિલાસ;
બાળ યુવા ને વૃદ્ધનું, વિદ્યા છે કૈલાસ. ૧

વિદ્યાના નિયમો જાણવાથી બાળકથી વૃદ્ધસુધી દરેક

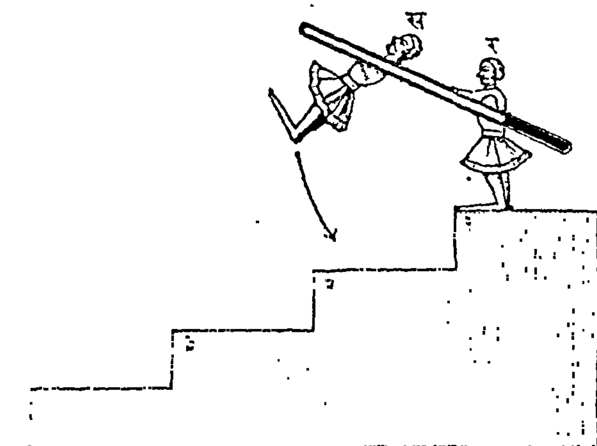


ચિત્ર ૨૮ મું. પોતાની મેળે ઉતરતાં પૂતળાં.

જણને કેટલો બધો આનંદ થઇ શકે છે તે નીચેના પ્રયોગથી વાંચનારને તરત સમજાશે.

પાસેના ચિત્રમાં પાડેલું રમકડું સૌથી પહેલાં ફ્રાન્સની રાજધાની પારીસ શહેરમાં બનાવવામાં આવ્યું હતું. પરંતુ એની બનાવટ એવી સ્હેલી છે કે કોઇ પણ કુશળ માણસ એનું વર્ણન વાંચીને તેવું બનાવી શકે.

ચિત્રપરથી આપણે જોઇએ છીએ કે બે પૂતળાંઓમાંનું એક પગથીયાપર ઉભેલું છે, અને બીજું હવામાં અદ્ધર હોય એમ લાગે છે. ખરેખરી ખુબી તો એ છે કે જે બીજું પૂતળું



ચિત્ર ૨૯ મું. પોતાની મેળે ઉતરતાં પૂતળાંઓની રચના.

જણાય છે તે ધીમેથી નીચેના પગથીયાપર ઉતરે છે; અને એ પ્રમાણે બન્ને પૂતળાંઓ એક પછી એક આખો દાદર ઉતરી જાય છે. આ આશ્ચર્યકારક રમકડાની કેવી રચના છે તેનું વર્ણન કરીએ.

આ રમકડામાં સમાન અંતરે ગોઠવેલી અને પારાથી થોડી ભરેલી બે નળીઓ હોય છે. તથા આ બે નળીઓ વચ્ચે આડા ઘાલેલા પાતળા દાંડાપર અથવા ઝીણી ચુંકોપર

ચક્કર ચક્કર ફરી શકે એવી રીતે બે પૂતળાં બેસાડેલાં હોય છે. ચિત્ર ૨૮ માં બતાવ્યું છે તે પ્રમાણે પહેલવહેલું આ રમકડું સ્થિર રહે છે. પરંતુ જો આપણે સ પુતળાંને નીચું કરીશું તો તે બીજાં પગથીઆં તરફ નીચું ઉતરશે અને નળીમાંનો પારો એકદમ એક છેડેથી બીજે છેડે ઉતરી જશે. આમ થયું કે પછી પાછળનું ર પૂતળું ઉંચકાઇને પહેલાંની પેઠે નીચે આવશે અને એ પ્રમાણે જેટલાં પગથીયાં હશે તેટલાં આ જોડી એક પછી એક પોતાની મેળે ઉતરી પડશે.

આ પ્રયોગ સ્હેલાઇથી કરવા માટે પૂતળાંઓને બદલે જાડા કાગળની પોકળ નળીઓ બનાવી તેમાં પત્થરનો એકેક નાનો કકડો નાંખી તેનાં મ્હોં બંધ કરી દેવાં. નળીઓ કોઇ પણ સામાન્ય કાચની ચાલશે.

ગુરુત્વાકર્ષણ અને ગુરુત્વમધ્યબિંદુ.

સંગતિકા છંદ.

જયમ માતકો નિજ અંગથી, કદિ દેતી બાળકને નથી;
તમ પૃથ્વી ઝાલી રહે સદા, સઉ વસ્તુને ન તજે કદા. ૧
જયમ મધ્ય બિંદુ ગુરુત્વનું, જડતાં સ્થિરત્વજ વસ્તુનું;
તમ જ્ઞાન શ્રીગુરૂનું જડે, તવ જીવના ભવમાં પડે. ૨

પાછળ વર્ણેલા અજાયબીથી ભરેલા રમકડાની વિચિત્ર ગતિનું કારણ હવે શોધી કા’ડીએ. એમ કહેવાય છે કે પ્રખ્યાત વિદ્વાન્ ન્યૂટન એક સમયે કોઈ ઝાડની છાયા નીચે બેઠો હશે. તે વેળાએ એ ઝાડનું એક ફળ એણે નીચે પડતું જોયું. આ ઉપરથી એ બુદ્ધિમાન માણસને એ જાણવાની જીજ્ઞાસા થઇ કે ફળ ડાળીએથી ત્રુટીને ભોંયપરજ શામાટે

પડયું ? ઉંચે કે બાજુઓપર દિશાઓમાં કેમ દોડયું નહિ? પછી ઘણા અવલોકનથી અને અનુભવથી એને સમજાયું કે પ્રત્યેક નિરાધાર* વસ્તુને પોતાની તરફ ખેંચવાનો પૃથ્વીમાં સ્વભાવ છે. આ'વો સ્વભાવ અથવા ધર્મ પૃથ્વીમાં છે એટલુંજ નહીં પણ પૃથ્વીના ગોળાથી બીજા ના'ના મો'ટા આકાશમાં જણાતા ગોળાઓમાં પણ છે. અને સૂર્ય ચંદ્ર વગેરે ગ્રહોમાં પણ એ સ્વભાવ રહેલો છે. આ સ્વભાવને આકર્ષણ શક્તિ કહે છે. વાસ્તવિક જોતાં તો સર્વ વસ્તુઓમાં આ શક્તિ છેજ, પરંતુ તે પોતપોતાના પ્રચય (જથા) ના પ્રમાણમાં હોય છે, આ શક્તિ વડે મો'ટા પદાર્થો ના'ના પદાર્થોને ખેંચે છે, અને તેથી એ શક્તિને ગુરુત્વાકર્ષણ (सं. गुरुत्त्व-મો'ટાપણું-તે વડે आकर्षण-ખેંચવું તે) કહે છે. આ પ્રમાણે પૃથ્વીનું ગુરુત્વ ફળને ભોંયપર ખેંચવામાં કારણ હતું, એમ ન્યૂટને યૂરોપાદિ દેશોમાં પહેલવહેલું નક્કી કર્યું હતું, અને તેથી ગુરુત્વાકર્ષણનો મો'ટો નિયમ એણે સિદ્ધ કર્યો કહેવાય છે. એની પાછળ થયેલા વિદ્યાના બીજા અભ્યાસીઓએ એ નિયમનું ખરાખોટાપણું નિશ્ચય કરવાને પ્રયોગો કરી જોયા છે, અને આખરે એ નિયમ ખરોજ ઠર્યો છે.

પ્રત્યેક પદાર્થપર પૃથ્વીનું ગુરુત્વાકર્ષણ કાર્ય કરે છે એ તો આપણે જાણ્યું. પરંતુ વિશેષ વિચાર કરતાં તરત શંકા ઉઠે છે કે આ શક્તિ પદાર્થપર કેવી રીતે અસર કરતી

* નિરાધાર એટલે કોઇ પણ આધારપર રહેલી ન હોય તે. દાખલા તરીકે કોઈ શંકા કરે કે ટેબલપર મૂકેલી ચોપડીને અથવા ઘરમાં કે ખુરસીપર બેઠેલા આપણને પૃથ્વીનું આકર્ષણ કેમ ભોંયપર ઘસડી નાંખતુ નથી? તો તેનું કારણ એજ કે ચોપડીને ટેબલનો અને આપણને ઘરનો કે ખુરસીનો આધાર છે. એ આધાર પૃથ્વીના આકર્ષણ સામે પોતાનું બળ વાપરી તેની અસર થતી અટકાવે છે.

હશે? શું આખા પદાર્થના દરેક ભાગપર અસર કરતી હશે? કે કોઇ એક ભાગપર અસર કરતી હશે દાખલા તરીકે એક પુસ્તક આપણા હાથમાં છે. ધારો કે એને આપણે છોડી દઇએ તો એ પૃથ્વીની આકર્ષણ શક્તિને લીધે ભોંય તરફ ખેંચાશે એટલે ભોંયપર પડશે. હવે એ દાખલામાં ગુરુત્વાકર્ષણ શક્તિએ પુસ્તકના કયા ભાગપર પોતાનું બળ વાપર્યું? પુસ્તકના પૂઠાંપર કે પાનાંપર આ શક્તિએ પોતાનું કાર્ય કર્યું? આનો ઉત્તર એવો છે કે આકર્ષણ શક્તિ પદાર્થના દરેક ભાગપર–ઝીણામાં ઝીણા ભાગપર એટલે તે પદાર્થના પ્રત્યેક અણુપર–પોતાની સત્તા ચલાવે છે. અને દરેક પરમાણુ-પર થતી જરાજરા અસરના એકત્રપણાથી જેટલું બળ થાય તેટલું બળ તે આખા પદાર્થપર વપરાયું છે એમ જાણવું. આ બળ હમેશાં પદાર્થના પ્રચય અથવા ઘનત્વ પ્રમાણે વધતું જાય છે, અને પૃથ્વીના મધ્યબિંદુથી અંતરના પ્રમાણમાં ઘ-ટતું જાય છે. વળી યાંત્રિક વિદ્યાનો એવો નિયમ છે કે જૂદાં જૂદાં ના'ના મો'ટા બળો એક વસ્તુ પર જૂદી જૂદી ઠેકાણે વપરાતાં હોય તો તે સર્વના પરિણામરૂપ એક બળ એવું ધારી શકાય કે જે તે પદાર્થમાં અમુક ઠેકાણે પોતાનું કાર્ય કરે છે એમ માનીએ તો પેલા મૂળનાં ના'ના ના'ના અને જૂદાં જૂદાં ભાગપર અમલ કરનારા બળોના જેવોજ અને જેટલો પરિણામ આણનારૂં હોય. જે ઠેકાણે-બિંદુ આ-ગળ–આ પરિણામરૂપ બળ વપરાતું ગણી શકાય છે, તેને ગુરુત્વમધ્યબિંદુ કહેવામાં આવે છે.

મો'ટી લાકડીને આપણે આંગળીના ટેરવાપર રાખીએ છીએ તે વખતે આપણે ખરેખરું શું કરીએ છીએ? લાકડીનો તે ભાગ કે જેમાં ઉપર જણાવેલું ગુરુત્વ મધ્યબિંદુ આવેલું છે, તેને

આધાર આપીએ છીએ, એટલે કે ગુરુત્વાકર્ષણનું જે બળ એ મધ્યબિંદુપર ક્રિયા કરતું માની શકાય છે, તેનો એ મધ્યબિંદુને આધાર આપવા રુપ સામેના બળથી અટકાવ કરીએ છીએ. આમ થાય છે તેથી લાકડીને ખેંચી પાડનાર બીજું કોઈ બળ રહેતું નથી, અને તેથી જ્યાંસુધી આપણે એ સ્થિતિ ટકાવી શકીએ ત્યાંસુધી લાકડી પડતી નથી. જેમ લાકડી લાંબી તેમ આ પ્રયોગ વધારે ફત્તેહમંદ થવાનો સંભવ છે. કારણ કે લાંબી લાકડીમાં ગુરુત્વ મધ્યબિંદુને ગોઠવાતા જરા વાર લાગે એટલી વારમાં તેનો બરોબર ટકાવ કરી શકાય છે.


ચિત્ર ૩૦. લાકડીને અદ્ધર રાખવી.

પ્રત્યેક વસ્તુને આ ગુરુત્વમધ્યબિંદુ તો હોવાનુંજ. કારણ કે પ્રત્યેકપર ગુરુત્વાકર્ષણ તો ચાલુજ છે, અને આપણે ઉપર કહી ગયા તે પ્રમાણે જે જે વસ્તુપર ગુરુત્વાકર્ષણનો અમલ ચાલે છે તેમાં એક ગુરુત્વમધ્યબિંદુ ધારી શકાય છે, એ ગુરુત્વમધ્યબિંદુ શોધી કહાડવાની વિશેષ રીતો છે, જેના સંબંધમાં આગળપર કહીશું.

હવે પોતાની મેળે ઉતરતા પૂતળાંની ક્રિયાનું આપણે અવલોકન કરીએ. એ રમકડું એક વસ્તુ છે, એટલે ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમને તાબે એને પણ થવુંજ પડે છે. હવે જ્યારે

ચિત્ર ૨૯ માં બતાવ્યા પ્રમાણે આપણે તેને પગથીયાંપર મૂકીએ છીએ, ત્યારે નળીનો પારો ર પૂતળા તરફને છેડે હોવાથી, અને આ આખા રમકડામાં પારાનો ભાર સૌથી વધારે હોવાથી, ગુરુત્વમધ્યબિંદુ છેક ર પૂતળા પાસે હોય છે, અને તે પૂતળું તો પગથીઆના આધારથી રહેલું હોવાથી આખું રમકડું અદ્ધર રાખેલી લાકડીના જેવી સ્થિતિમાં રહે છે. પછી સ પૂતળાને ઉપર કહ્યા પ્રમાણે જરા નીચું કરીએ છીએ કે નળીમાંનો પારો ર છેડા તરફથી જરાકમાં સ પૂતળાવાળા છેડા તરફ સરી પડે છે, અને આમ થયું એટલે સ પૂતળાના છેડા તરફ હવે ગુરુત્વમધ્યબિંદુ આવે છે, તેથી સ પૂતળું પગથીઆંપર બેસે છે. વળી આ પ્રમાણે ગુરુત્વ મધ્યબિંદુનો એકદમ ફેરફાર થવાથી ર પૂતળામાં ચક્રગતિ (ગોળ ચક્કર ફરવાની ગતિ) આવે છે. અને તે ગતિને લીધે ર પૂતળું ઉપડીને સ પૂતળું, ચિત્ર ૨૯ માં જે સ્થિતિ પર છે તે સ્થિતિમાં થઇને, છેક નીચેના પગથીઆં પર આવવા માંડે છે. એટલે વળી પાછો પારો નીચાણના ભાગ તરફ ર પૂતળાના છેડા તરફ સરી પડે છે. આમ પહેલાંની માફક વારા ફરતી ઉતરવાનું ચાલ્યાં કરે છે. ગુરુત્વમધ્યબિંદુના થતા ફેરફારોથી આવતી ગતિનો આ એક નમુનો છે.

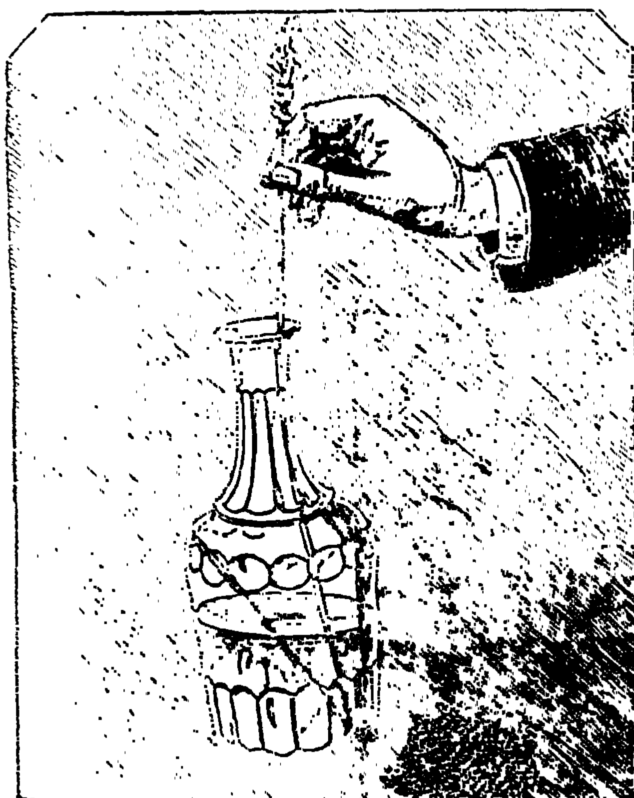
કોઇ પણ પદાર્થનું ગુરુત્વમધ્યબિંદુ શોધી કા'ડી તેને પકડી રાખીએ અથવા એવી રીતે તેને ઝાલીએ કે જેથી તે બિંદુ આગળ અસર કરતા આકર્ષણના બળનો તેટલાજ બીજા સામા બળથી અટકાવ થાય, તો તે પદાર્થને આપણે હવામાં ટકાવી શકીએ. સામાન્ય માણસની નજર પણ પહોંચે નહિ એવા અજાયબી ભરેલા પ્રયોગો–ખેલો–આ રીતે થઈ શકે છે.



મો'ટી કાચની શીશી તણખલાવડે અદ્ધર રાખી શકશો ?

પ્રમાણિકા છંદ.

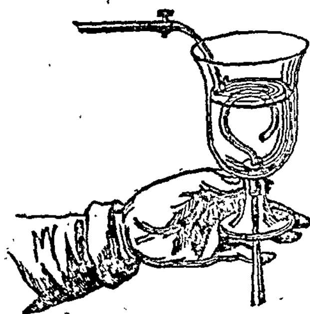
ન ચિત્ત-પાર દાખીએ, સુગુપ્ત મર્મ રાખીએ;
ન તો લઘુજનો વડે, મહાન તેય ઉપડે. ૧
ગુરુત્વમધ્યબિંદુને, લહી ઉપાડતા તૃણે;
મહોટી શીશી કાચની-પ્રતીતિ આપું સાચની. ૨



ચિત્ર ૩૧ મું. કાચની મો'ટી શીશી.

મો'ટી કાચની શીશીને પાણીથી ભરી તેને એક તણખલાવડે ઊંચકવાની યુક્તિનું કોઇને મો'ડે કથન કરવા જઈએ તો તે તરતજ પોતાની સામાન્ય બુદ્ધિથી હસી કા'ડશે અને એજ સવાલ પૂછશે કે શું મો'ટી કાચની શીશીને કોઈ દહાડો એક તણખલાથી હવામાં અદ્ધર રાખી શકાય કે? એવા મનુષ્યોને આ પાસેનું ચિત્ર જોવાની ભલામણ કરીએ છીએ.

આ પ્રયોગમાં કેવી યુક્તિ છે તેનું વર્ણન કરીએ. એક મો'ટી શીશીમાં ગળાસુધી પાણી ભરો, તથા એક મજબૂત એટલે તડોવાળું કે ફાટેલું ન હોય એવું તણખલું અથવા નરમ સળી લો, અને પાણીવાળી શીશીમાં એને ઘાલતાં પહેલાં વચ્ચેથી વાળો. આમ કરવાથી શીશી ઉંચકાય છે ત્યારે સહજ વાંકી રહે છે. અને તેથી તણખલાને અંદર ઘાલ્યા પછી શીશીનું ગુરુત્વમધ્યબિંદુ ખસીને જ્યાંથી એ શીશીને લટકાવવામાં આવી છે તે બિંદુની બરાબર નીચે આવે છે. અને એમ થયું કે તણખલાવડે આપેલો આપણો આધાર આકર્ષણના બળનો અટકાવ કરે છે. ઉપરના ચિત્રથી હસ્તક્રિયા કેવી રીતે કરવી તે સમજાય એમ છે.



પડી જાય એવા જણાતા મિનારાઓ.

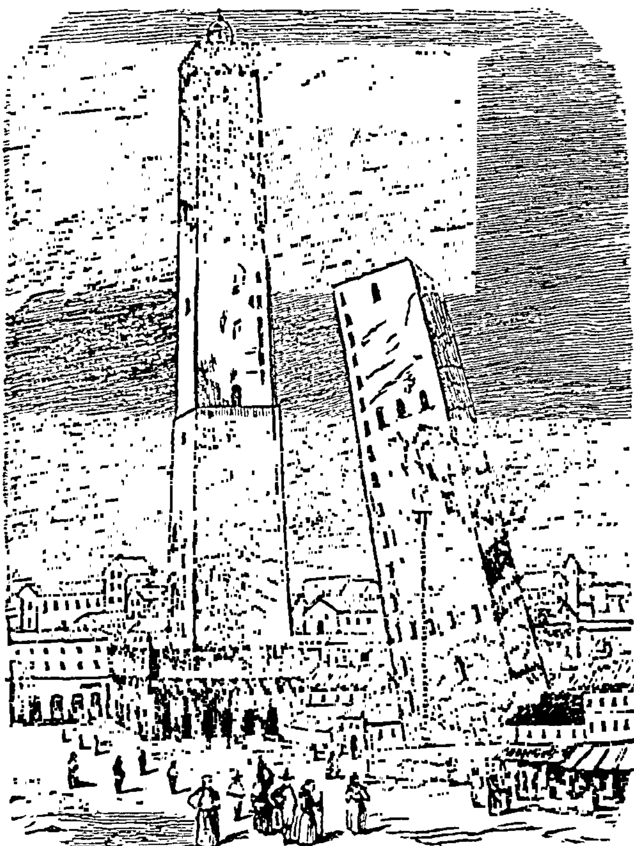
દોહરા.

રહે ગમે તે સ્થિતિ વિષે, પણ જો કાળજું હાથ;
તો તે નરનું પતન થઇ, કદી બને ન અનાથ. ૧
જુઓ મિનારા છે નમ્યા, પણ ન પડે ભૂમ્હાંય;
મધ્યબિંદુ રાખી રહ્યા, એ દૃષ્ટાન્ત વદાય. ૨

'પીસા અને બોલોનાના' મિનારાઓ એટલા તો વાંકા થઇ ગયા છે કે જાણે તે પ્રત્યેક પળે પડવાની તૈયારીમાં હોય એમ લાગે છે, તોપણ આજ કેટલા સૈકા થયાં તે તેમના તેમજ ઉભા છે. તેમની ઊંચાઇ ૧૬૫ ફુટ છે. અને તેમના ગુરુત્વમધ્યબિંદુથી સીધી લીટી દોરીએ તો તે સામાન્ય સ્થિતિમાં જે સ્થળે પૃથ્વિને અડકવી જોઇએ, તેના કરતાં આઠ ફીટ આઘે અડે છે. સામેનું ચિત્ર જોવાથી એ વાર્તા સ્પષ્ટ થશે.

આમ ઉભા રહી શકવામાં શું કારણ હશે? ઘણા લોકોએ ગામમાં કેટલાક જૂના ને નબળા ઘરોની ભીંતો પણ અગાડી ધસી આવેલી જોઇ હશે. એ પણ ન પડવાનું કારણ શું હશે? એ જાણવાની જીજ્ઞાસા પણ સહજ થાય છે. એનું કારણ આ પ્રમાણે છે; આધારથી ટેકવાયલા પદાર્થોમાં જેમને એકજ ઠેકાણેથી આધાર મળે છે કે ટેકવાયેલા રહે છે તેને કોઇ પણ ઠેકાણેથી ઊંચકતાં ગુરુત્વ મધ્યબિંદુ એ ટેકાની બરોબર નીચે કે ઉપર હોય છે. બે ઠેકાણેથી, ટેકવાયલી વસ્તુમાં ગુરુત્વમધ્યબિંદુ તે બે ટેકાની વચ્ચે સીધી લીટી દોરીએ તો તે લીટીની બરાબર ઉપર હોય છે. અને ત્રણ ઠેકાણેથી અથવા ચાર ખૂણેથી ટેકવાયલી વસ્તુમાં ગુરુત્વમધ્યબિંદુથી

સીધી લીટી દોરીએ તો તે નીચેના તળીઆના ભાગમાં ગમે તે કોઇ ઠેકાણે આવી રહેવી જોઇએ, નહિ તો તે વસ્તુ



ચિત્ર ૩૨ મું પીસા અને બોલોનાના મિનારાઓ.

સ્થિર કે ઉભી રહે નહિ. આ મિનારાઓ વગેરે દાખલામાં એ પ્રમાણે બને છે, તેથી વાંકા થયેલા અને પડું પડું થયેલા બાંધકામો પણ ઉભાં રહી શકે છે.



જૂદે જૂદે વખતે માણસના શરીરની સ્થિતિ.

ગીતિ.

મધ્યબિંદુ નિજ તનનું, જાળવીને જન કરે ઘણાં કામ,
તો જાળવી નિજ મનનું, શું ન સધાયે વિચારી લો આમ. ૧

શરીરને જૂદા જૂદા કાર્ય પ્રસંગે જૂદી જૂદી ઢબમાં આપણે મૂકીએ છીએ તે તો કદાચ વાંચનારને યાદ હશે. જ્યારે આપણી પાસે કંઇ બોજો હોતો નથી ત્યારે આપણે ટટાર ઉભા રહીએ છીએ. જ્યારે મજૂરના બરડા ઉપર કોથળો મૂકીએ છીએ ત્યારે તે આગળથી વાંકો થઈને ચાલે



ચિત્ર ૩૩ મું. જૂદે જૂદે વખતે માણસના શરીરની સ્થિતિ.

છે (ચિત્ર ૩૩ મું). તેમ જો એક હાથમાં કાંઈ ભારવાળી ચીજ પકડી હોય છે તો બીજા હાથ તરફ આપણને વાંકા વળવું પડે છે (ચિત્ર ૩૩ મું). આ બધી વિવિધ અંગસ્થિતિઓ શા સારુ કરવી પડતી હશે તે પાછળના વિષયો જેમણે

વાંચ્યા હશે તેમને ખાસ કહેવાની જરૂર પડશે નહિ, તોપણ આપણે તેનું કારણ જણાવીએ છીએ.

માણસના શરીરને વજન છે એટલે તેને પણ ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ લાગુજ છે, અને તેથી શરીરમાં પણ એક ગુરુત્વ મધ્યબિંદુ ધારી શકાય છે, અને જે સાધારણ રીતે પેઢુના મધ્ય ભાગમાં જરા નીચાણ પડતું હોય છે. તેમજ જે કોથળો ખરડાપર મૂકવામાં આવે છે તેને તેમજ બીજી જે ભારવાળી વસ્તુ ઊંચકી હોય તેને પણ ગુરુત્વમધ્યબિંદુ હોય છે. પરંતુ જ્યારે શરીરપર કે હાથવડે બોજો ઉપાડવામાં આવે છે ત્યારે શરીર અને બોજાનું એકઠું ગુરુત્વમધ્યબિંદુ મનુષ્યના શરીરના સાધારણ ગુરુત્વમધ્યબિંદુ આગળ ન રહેતાં બીજે ઠેકાણે હોય છે. કારણ કે શરીર અને બોજા પર કાર્ય કરતાં બે જૂદાં જૂદાં બળોનું એક પરિણામી બળ ધારી શકાય, અને તે જ્યાં આગળ કાર્ય કરતું માલમ પડે છે તે બન્નેનું એકત્ર ગુરુત્વમધ્યબિંદુ છે. અને એ નવા મધ્યબિંદુથી જે સીધી લીટી ભોંય તરફ દોરીએ તે જો તે માણસના બે પગ વચ્ચે દોરી શકાતી સીધી લીટી ઉપર કોઇ પણ ઠેકાણે આવી રહેતો માણસ ઉથલી પડે નહિ કે બોજો પડી જાય નહિ. સીધા રહેવાથી તે લીટી બે પગ વચ્ચેની લીટીની બહાર પડે અને બોજો પડી જાય, તેથી વાંકા રહેવાની તજવીજ કરવામાં આવે છે.

આપણા દેશના દોરડાપર ચાલનારા.

દોહરો.

મધ્ય બિંદુ તનનું ગ્રહી, રહે અધર નટ જેમ;
ત્યમ મનનું પણ પકડતાં, સિદ્ધિ મળે નહિ કેમ? ૧

ઘણા લોકો આપણા દેશના ખેલાડીઓને દોરડાપર ચાલતા અને નાચતા કૂદતા તથા વિવિધ કસરતો કરતા જોઇને સાનન્દાશ્ચર્ય પામ્યા વગર રહ્યા હશે નહિ. તેમજ વિલાયતમાં પણ એવા ખેલ કરનારાઓ હોય છે. તેમાના કોઈ કોઈ આ દેશમાં આવે છે અને રાજા રજવાડાઓ તથા શેઠ સાહુકારો આગળ પોતાના ખેલો બતાવે છે, અને હજારો રૂપીઆ લેછે. પરંતુ આપણા દેશના આ બિચારા હલકા લોકોને એમના અજાયબી ઉપજાવે એવા ખેલો માટે આપણા લોકો તરફથી કાંઈ પણ પોષણ મળતું નથી એ ઘણી શોકની વાત છે.

હવે આપણે એ લોકોની કૃતિમાંથી એમના ખેલનું કારણ શોધી કા'ડીએ. એ લોકો હાથમાં મો'ટો વાંસ રાખે છે તે તો સૌએ જોયો હશે. એ વાંસનો શો ઉપયોગ છે, તે ભાગ્યેજ કોઇના લક્ષમાં આવ્યો હશે. એટલી તો હવે બુદ્ધિમાન વાંચનારને સમજ પડી હશે કે દોરડાપર ચાલવા વિગેરેની ક્રિયા ફતેહમંદ કરવામાં રહસ્ય તો ગુરુત્વમધ્યબિંદુને દોરડાવડે આધાર આપવામાંજ રહેલું છે. પણ જરાકમાં વાંકાચુંકાં થતાં અને વિવિધ ક્રિયાઓ કરતાં ગુરુત્વમધ્યબિંદુ શરીરમાં જો કે એકજ ઠેકાણે રહે છે પરંતુ જે દોરડું એનો આધાર છે તેનાથી સીધી લીટીમાં ઉંચું ન રહે તો ખેલાડી નીચે પડે. આમ હોવાથી આ ખેલમાં મુખ્ય

કર્તવ્ય એજ છે કે ગુરુત્વમધ્યબિંદુને દોરડાંની સીધી લીટીમાં ઉંચે રહે એમ રાખવું, અને તેથી આ વાંસડો રાખવામાં આવે છે. એનો ઉપયોગ એવો છે કે કંઈ ક્રિયા કરતાં ગુરુત્વમધ્યબિંદુવાળો શરીરનો ભાગ જેવો એક બાજુપર ખસતો લાગે છે કે તરત ખેલાડી પોતાના હાથમાં રાખેલા વાંસડાને સામી બાજુ તરફ ફેરવે છે. એટલે વાંસડાનું અને શરીરનું બંનેનું એકત્ર ગુરુત્વમધ્યબિંદુ પાછું દોરડાપરનું દોરડાપર રહે છે. અલબત આ ચાલાકી અને અભ્યાસનું કામ છે.

ઉપયોગી સૂચનાઓ.

ચોપાઈ.

મધ્ય બિંદુનો જાણી ખેલ, કાર્ય વિષે કરવાને મેળ;
ઉપયોગી સૂચન આ ઠામ, કહું આવશે કો દિન કામ. ૧

૧ એક પહોળું ગાડું સાંકડા ગાડાં કરતાં વધારે સ્થિર રહે છે, અને જેમ બને તેમ ભારે વજન હોય તે ગાડાસાં નીચે નાંખવું કે જેથી બધાનું એકઠું ગુરુત્વ મધ્ય બિંદુ જેમ બને તેમ નીચેના ભાગમાં રહે.

૨ હોડીમાં જેમ વધારે ઉંચાણ સુધી ભાર ભર્યો હોય છે તેમ તેને ઉંધી વળવાની ધાસ્તી વધારે રહે છે.

૩ મિનારાનો આકાર સૌથી વધારે સ્થિર રહી શકે છે, એટલે કે તેને પડવાનો ભય થોડો રહે છે.

૪ માણસ પોતાનો હાથ અને પક્ષી પોતાની ડોક ઉંચી કરે છે એટલે ગુરુત્વમધ્યબિંદુનું ઠેકાણું બદલાય છે.

૫ જનાવરનાં બચ્ચાં કરતાં બાળક મોડું ચાલતાં શીખે છે. બાળકને શરીર સ્થિર રાખવાનું જનાવર કરતાં વધારે

અઘરું પડે છે. કારણ કે જનાવરને પોતાના ગુરુત્વમધ્ય-બિંદુથી દોરાતી સીધી લીટી પોતાના ચાર પગથી થતા ચોરસ તળીયામાં કોઈ પણ ઠેકાણે આવી જાય એટલે બસ. બાળકને માત્ર બેજ પગથી ઉભા રહેવાનું હોવાથી બાળકના ગુરુત્વ મધ્ય બિંદુથી દોરાતી સીધી લીટી તેના બે પગ વચ્ચે દોરી શકાતી સીધી લીટીપરજ કોઈ ઠેકાણે અડકવી જોઇએ; જરા આમ કે આમ બહાર અડકે એમ થયું કે બાળક પડી જવાનું. અને તેથી એને સ્થિર રહેતાં શીખવું પડે છે.

૬ ઘરમાં હાંલ્લાંની ઉતરેડ ગોઠવવામાં, કે માથે બેડાં મૂકી પાણી લાવવામાં કે એવીજ બીજી રીતે એક ઉપર બીજું ને બીજાંપર ત્રીજું વાસણ ગોઠવવામાં હમેશાં મો'ટા વાસણપર ના'નું વાસણ મૂકાય છે. અને તેમજ થવાની જરૂર છે એમ તો તમારા લક્ષમાં આવ્યું હશે. કારણ કે જેમ મો'ટું વાસણ નીચે હોય તેમ જમીનને કે આધાર આપનારી વસ્તુને અડકતું તે વાસણનું તળિયું પણ મો'ટું હોવાનું અને તેથી એક ઉપર એક મૂકેલા બધાં વાસણનાં એકત્ર ગુરુત્વ-મધ્યબિંદુથી દોરાતી સીધી લીટી એ તળિયાની બહાર જવાનો સંભવ ઓછો થાય છે; જો બહાર જાય તો બધું ગબડી પડે.

૭ કેટલીક વખતે એક બાજૂપર ટેકરો હોવાથી ગાડી તે બાજૂથી ઉંચી બહુ થઈ જાય છે અને ગુરુત્વમધ્યબિંદુ પેલા નીચાણના ભાગ તરફ જાય છે. અને તેથી ગાડી ઉથલી પડવાની ધાસ્તી રહે છે. એવે પ્રસંગે ઉંચાણના ભાગ તરફ વધારે વજન કરવાથી તેમ થતું અટકે છે. આથીજ જ્યારે ગાડીમાં આપણે બેઠા હોઇએ ત્યારે જે બાજુપર ટેકરો આવે તે બાજુપર બેશવાની કે ખસી જવાની જરૂર રહે છે.

કાગળમાં પાણી ઊનુ કરવાની રીત.

પદ્ધરી છંદ.

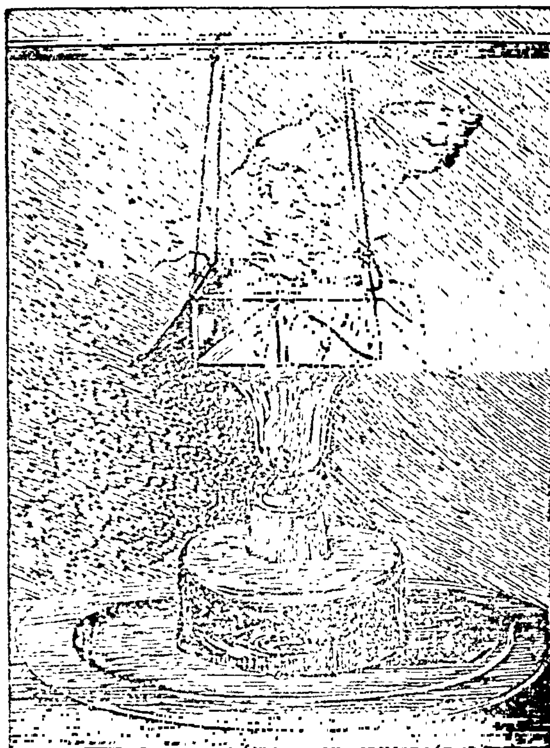
સંગી સમર્થ જો હોય કોઇ, તે તરફ શકે નહિ કોઇ જોઇ;
કાગળ જળ એનો થતાં સાથ, નવ અગ્નિ લગાડી શકે હાથ. ૧

એ તો સૌના જાણવામાં હશેજ કે કાગળ એવી તો જ્વાળાગ્રાહી વસ્તુ છે કે દીવા કે દેવતા પાસે આવતાં વારજ બળવા માંડે છે. એવી વસ્તુમાં જોઇએ તેટલું પાણી ઊનું કરી શકાય એ વાત ખરે ખર નવાઇ જેવી લાગે છે. અને સાધારણ બુદ્ધિનો માણસ એમ ધારે કે એમ બની શકવું અસંભવ છે તો તેમાં તેનો જરા પણ દોષ નથી.

કાગળમાં પાણી કેમ ઊનું કરવામાં આવે છે તે ચિત્ર ૩૪ મા પરથી તમારા ધ્યાનમાં આવશે. ના'નાં છોકરાંઓ જેવી રીતે કાગળના ખડીઆ ફટાકા વગેરે બનાવે છે તેમ તમે એક કાગળની ના'ની સરખી વાડકી બનાવો. ટેબલના ખાના જેવા આકારનું ખાનું થશે તોપણ ચાલશે. પછી તેને ચારે બાજુથી ઝીણી દોરીવડે એક બરાબર આડા આધાર સાથે ટાંગો. આ બનાવેલા વાસણમાં પાણી ભરીને નીચે બળતો દીવો મૂકો તો કાગળ બળશે નહિ ને પાણી ઊનું થવા માંડશે. એટલે સુધી તમે ફતેહમંદ થઇ શકશો કે પાણી ઉકળશે ને વરાળના ગોટેગોટા નિકળશે પરંતુ કાગળને જરા પણ આંચ લાગશે નહિ.

આ પ્રયોગ કરનારને સાવચેતી માત્ર એટલીજ રાખવાની છે કે કાગળનાં ખાનાનું તળ જેમ બને તેમ બરાબર સમાન આડું રહેવું જોઇએ, જેથી ખાનાના આખા તળપર પાણી સરખું રહેશે. અને તેથી દીવાની જ્યોત કાગળને નીચેથી

જે જે ઠેકાણે લાગશે તે તે ઠેકાણે ઉપર પાણી હોવાનુંજ. અને દીવાની ગરમી જેવી કાગળને લાગી કે તરત પાણી પોતે તે ગરમી ચૂસી લેવાનું.



ચિત્ર ૩૪ મું કાગળમાં પાણી ઊનું થાય છે.

વિચારવાન માણસના મનમાં આ પ્રયોગ ચમત્કારરૂપ લાગવાની સાથે જીજ્ઞાસા પણ ઉત્પન્ન કરે છે. એવા માણસની જીજ્ઞાસાની તૃપ્તિ અર્થે આ દેખાતા ચમત્કારનું સમાધાન આપવું અવશ્યનું છે.

કોઇ પણ પદાર્થને ઉષ્ણતા (ગરમી) આપવામાં આવે છે તો તે ગરમ થાય છે એ નિયમથી કોઇ અણજાણ નથી.

પરંતુ બે જૂદી જૂદી વસ્તુઓને એક સરખી ગરમી આપવામાં આવે છે ત્યારે તેમાંનો કોઇ તરતજ ગરમ થાય છે અને કોઇ મોડો ગરમ થાય છે. એમ થવામાં ગરમીને એક ભાગથી બીજા ભાગમાં મોકલવાનો ધર્મ, જે વાહક ધર્મ કહેવાય છે તે, તેમાં ઓછાવત્તા પ્રમાણમાં હોય છે, એજ કારણ છે. દાખલા તરીકે તાંબુ, લોઢું વગેરે ધાતુઓ ઉષ્ણતાના સારા વાહક છે, તેથી એ પદાર્થો એક છેડેથી બીજે છેડે સુધી સપાટાથી ઊના થાય છે. વળી કાચ, કાષ્ઠ વગેરે પદાર્થો નિર્બળ–હલકા–વાહક છે તેથી તે ઝટ ઊના થઇ શકતા નથી. ઉપરના પ્રયોગમાં પણ પાણી સારો વાહક હોવાથી ઝડપથી કાગળની ગરમી પોતામાં ખેંચી લે છે એટલે કાગળ ઝાઝો ગરમ થવા પામતોજ નથી. લગાર ઊનો થયો કે તેની ગરમી પાણી ચૂસી લે છે, કે કાગળ પાછો ટાઢો ને ટાઢો રહે છે. આ પ્રમાણે ઘણો વખત સુધી ચાલ્યા કરે છે, તેથી કાગળના વાસણમાં પાણી ઉકાળી શકાય છે. અમેરિકામાં તો કાગળની પતેલીઓમાં રાંધે છે. અને મો'ટી મો'ટી ગાડીઓનાં પૈડાં કાગળના બનાવે છે. ખરેખરી બુદ્ધિની પરિસીમા!!

મસલિનના રૂમાલપર દેવતા.

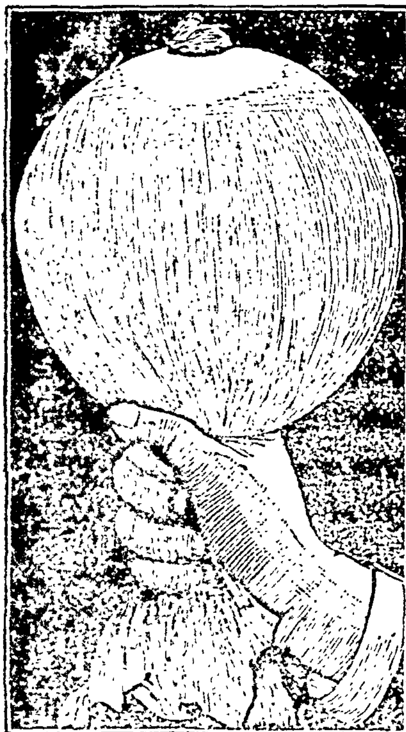
દોહરો.

ગોળાને દઢ વળગતાં, ટળે વસ્ત્રનો તાપ;
પ્રભુને જન દઢ વળગતાં, કયમ ન ટળે સંતાપ. ૧

કાગળના વાસણમાં પાણી કેવી રીતે ઊનું કરવું તે તો તમે પાછળ શીખ્યા, તથા શા નિયમોથી તેમ બની શકે છે તે પણ જાણ્યું. બીજા ઘણા અજાયબી ભરેલા પ્રયોગો

એજ નિયમોથી કરી શકાય છે, જેમાંનો એક પ્રયોગ નીચે આપીએ છીએ.

એક તાંબાનો ગોળો આસરે રમવાની દડી જેવડો લો અને તેને સારા મસલિનના રૂમાલમાં વીંટાળો. ચિત્ર ૩૫ માં બતાવ્યા પ્રમાણે રૂમાલની બીલકુલ કરચળી પડે નહિ એ પ્રમાણે ઝાલો; અને પછી તેનાપર બળતો અંગારો મૂકો. આ અંગારો પૂર્ણ પ્રકાશ સહિત બળશે પરંતુ મસલિનને કંઈ પણ આંચ આવશે નહિ. એનું કારણ પાછળના પાઠમાંથી મળેલા જ્ઞાનપરથી તમે આપી શકશો. પરંતુ તે સ્પષ્ટ થવા માટે જણાવીએ: દેવતામાંથી જેટલી ગરમી નીકળે છે તે બધી-તાંબુ સારો વાહક હોવાને લીધે-તાંબાનો ગોળો રૂમાલમાંથી એકદમ ચૂસી લે છે, અને આથી રૂમાલ એકદમ વધારે ગરમ થવા પામતો નથી, અને એટલી ગરમી સૂધી પહોંચતો નથી કે જે ગરમી વડે તે બળવા માંડે.



ચિત્ર ૩૫ મું મસલિનના રૂમાલપર દેવતા.

સંબંધાકર્ષણ.

રથોદ્ધતા છંદ.

જ્યાં લગી ઘન તમો રહેલ છે, જ્યા લગી રજ પ્રવાહ મેળ છે;
ત્યાંલગી જગ સઁબંધ ખેંચશે, સત્વ વાયુસમ ઉર્દ્ધ વાધશે. ૧

અર્થ:—પદાર્થ જ્યાં લગી ઘન અને પ્રવાહી સ્થિતિમાં હોય છે ત્યાં લગી સંબંધાકર્ષણ ખેંચે છે, પણ વાયુરૂપ સ્થિતિમાં તેમ નથી; તેવીજ રીતે અંતઃકરણ તમઃ અને રજઃ રૂપ સ્થિતિમાં હોય છે ત્યાં લગી તેને જગતનું આકર્ષણ હોય છે પણ સત્વ પ્રાપ્તિ થતાં ऊर्ध्वं गच्छान्ति सत्वस्थाः એ વાક્ય પ્રમાણે ઉર્ધ્વ ગતિ પ્રાપ્ત થાય છે.

એ તો સૌના જાણ્યામાંજ છે કે કોઇ પદાર્થના ભાગ પાડવા હોય કે કકડા કરવા હોય છે ત્યારે આપણે ઓછું-વત્તું બળ વાપરવું પડે છે. જેમ ગુરુત્વાકર્ષણથી ખેંચાતા પદાર્થને પડતો અટકાવવાને બળ વાપરવું પડે છે, તેમ અ-હીંઆ પદાર્થને ભાંગવાને (એટલે તેના અણુઓને એકત્ર રહેતા અટકાવવાને) બળ વાપરવું પડે છે. આથી એમ સા-બિત થાય છે કે દરેક પદાર્થમાં એવું કંઇ બળ હોવું જોઇએ, કે જે બળવડે તે પદાર્થના અણુઓ એકત્ર રહ્યા છે. આ બળને સંબંધાકર્ષણ કહીએ છીએ.

કોઇ પણ પદાર્થને ભાંગવાને તેમાં રહેલા સંબંધાકર્ષણના બળથી અધિક બળ વાપરવું પડે છે. દાખલા તરીકે લાકડું, પત્થર, ધાતુ ઇત્યાદિ ઘન પદાર્થોને વાળવાને કે ભાંગવાને અથવા ભૂકો કરવાને તેમનાપર ઘણું બળ લગાડવું પડે છે. કારણ કે તે પદાર્થોમાં સંબંધાકર્ષણનું બળ વિશેષ છે. પાણી, પારો, ઇત્યાદિ પ્રવાહી પદાર્થોમાં એ બળ એટલા જોરમાં હોતું નથી, અને તેથી તેમને છૂટા પાડવામાં ઓછું બળ જોઇએ છે. વાયુરૂપ પદાર્થોમાં નહીંજ જેવું આ બળ હોય છે, અને તેથી તેમને છૂટા પાડવામાં યત્ન કરવાની જરૂર પડતી નથી.

આપણે પદાર્થોને કઠિન અથવા નરમ કહીએ છીએ તે આ સંબંધાકર્ષણના ઓછા વત્તાપણાને લીધેજ છે એમ હવે તમને સમજાયું હશે. કારણ કે જેમાં આ સંબંધાકર્ષણનું બળ વધારે હોય તેવા પદાર્થો કઠિન કહેવાય છે. અને બીજાઓ જેમાં જેમ તે ઓછું તેમ તે નરમ કહેવાય છે. આ પ્રમાણે ઘન પદાર્થોમાં આ આકર્ષણ બળવાન છે તેથી તેઓ કઠિન હોય છે, અને પ્રવાહી પદાર્થોમાં ઓછું બળવાન આકર્ષણ હોવાથી તે નરમ અને વાયુરૂપ પદાર્થો છેકજ નરમ છે.

વળી પદાર્થોના અણુઓ છૂટા પડેલા હોય છે તોપણ તેમને પાસે પાસે લાવવામાં આવે છે કે તરત આ સંબંધાકર્ષણ ચાલુ થાય છે. દાખલા તરીકે પારાનાં બે ટીપાંને પાસે પાસે લાવશો તો તેઓ એકત્ર થઇ જશે. તેજ પ્રમાણે પાણીના સંબંધમાં પણ નીચેનો પ્રયોગ કરી જોવાથી પૂર્ણ ખાત્રી થશે.

લીસી કરવા સારૂ તેલમાં બોળેલા ચીંથરાવતી લુછેલી કાચની રકાબીપર થોડું પાણી રેડો. તે પાણીપર તેવીજ જાતની બીજી કાચની રકાબી મૂકો અને ફરીથી તે ઉપર મૂકેલી રકાબીને ઉંચકી લો.

આ પ્રયોગમાં આપણે પ્રવાહી પદાર્થના ભાગોની વચ્ચેનું અરસપરસનું કાર્ય ઘણીજ અસરકારક રીતે જોઇ શકીએ છીએ. જ્યારે પાણીને નીચલી રકાબીપર રેડવામાં આવે છે ત્યારે તેના ના'ના ગોળ બિંદુઓ (છાંટાઓ)માં ભાગ પડી જાય છે. પાણીના અણુઓ એક બીજાની સાથે વળગી રહેવાનું વલણ કરે છે તેની આ એક સાબીતી છે. તેઓને દાબીને સપાટ કરવામાં આવ્યા પછી જ્યારે ઉપલી રકાબી ખસેડી લેવામાં આવે છે ત્યારે તેઓ આ પરસ્પરના કાર્યને લીધે પોતાનો ગોળ આકાર ફરીથી ગ્રહણ કરે છે. વાયુરુપ પદાર્થોમાં આ પ્રમાણે એકત્ર રહેવાનું કાંઇ વલણ જોવામાં આવતું નથી પણ આપણે આગળ જોઇશું કે આથી ઉલટુંજ થાય છે.

સૃષ્ટિમાં પ્રવર્તતા બળો અને તેનો ઉપયોગ.

વસંતતિલકા છંદ.

જે ઈશ શક્તિ બહુધા રહિ વિશ્વ વ્યાપી,
વિશ્વંભરત્વ પદને ન તજે કદાપિ;
સૃષ્ટિ–નિભાવ કરવા સઘળે પ્રવર્ત્તે,
તે ઈશિને સ્મર ન રે', નર મોહગર્ત્તે. ૧

સૃષ્ટિના જૂદા જૂદા બનાવો અને પદાર્થોનો અભ્યાસ કરનાર વિદ્યાર્થીને તેમજ તે સંબંધી ગ્રંથ વાંચનારને ઠેકાણે ઠેકાણે મોહક પ્રયોગો જોવાના આવે છે, રસમય વાતો સાંભળવાની મળે છે, એટલુંજ નહિ પણ આ વિશ્વના પદાર્થોમાં કેવા ગુણ ધર્મો રહેલા છે, તે ગુણ ધર્મો હોવાથી શા શા લાભ છે અને તેમના અભાવથી શી શી હાનિ થાય એમ છે, તથા જૂદા જૂદા બનતા બનાવોથી સૃષ્ટિનો નિભાવ કેવો સરળ રીતે ચાલે છે અને તે બનાવોની ગેરહાજરીમાં આખી સૃષ્ટિનો કારભાર એક ક્ષણવારમાં કેવો ધૂળધાણી થઇ જાય એમ છે એ સઘળું જાણવામાં તથા જોવામાં આવે છે. જેમ કોઇ સુંદર ભવનમાં નિવાસ કરનારને માટે સર્વ નવીનવી જાતની સગવડો રચી રાખેલી જોઇને આપણે તેના બનાવનાર શીલ્પીના જ્ઞાન માટે આશ્ચર્ય પામીએ છીએ, તેમ આખા વિશ્વમાં આ પ્રકારની ડહાપણવાળી વ્યવસ્થા જોઇને જે નિયમોથી આ વ્યવસ્થા ઘણા કાળથી અખંડ ચાલ્યા કરે છે તે નિયમોને માટે સાનંદ આશ્ચર્ય પામીએ છીએ; તથા આ નિયમોને પ્રવર્ત્તાવનાર સમર્થ સત્તા જેને આપણે પરમેશ્વર કહીએ છીએ તેના તરફ, આપણાપર થતા ઉપકારને લીધે આભારની લાગણી જાગ્રત થાય છે. અર્થાત્ આ વિદ્યાના વિષયો જાણનાર મનુષ્ય પરમેશ્વરની મહ-

ત્તાનો અને તેના કાર્યની ખુબીનો વાસ્તવ અનુભવ કરે છે. અને તેથી સામાન્ય મનુષ્યકરતાં વિદ્યાના જ્ઞાનવાળો મનુષ્ય પરમેશ્વરના મહિમાનું ગાન કરવામાં વિશેષ શ્રદ્ધાવાન્ હોવો ઘટે છે.

હાલ તો આપણે આ નિયમોમાં કેટલું ડહાપણ રહેલું છે તે જણાવીએ છીએ. દાખલા તરીકે પાછળ વર્ણેલા ગુરુત્વાકર્ષણ અને સંબંધાકર્ષણના બળો વિષે આપણે વિચારીએ. ધારો કે ગુરુત્વાકર્ષણનું બળ છેજ નહીં અને પૃથ્વી પોતાની તરફ વસ્તુઓ ખેંચતી નથી તો શો પરિણામ થશે? ઘણીવાર આપણે ટેકરાપર ચઢતા હોઇએ છીએ ત્યારે આપણને એમ થાય છે કે આપણે સહેલાઇથી ચઢી શકીએ તો કેવું સારું! વળી આપણે એમ પણ ઇચ્છીએ છીએ કે આ ગુરુત્વાકર્ષણ ન હોય તો ઠીક પડે! પણ જો તેમ થાય તો આપણું ખરેખરું દુર્ભાગ્યજ સમજવું. જો ગુરુત્વાકર્ષણ ન હોય તો પછી પદાર્થોનું વજન પણ રહેવાનું નહીં. પછી આપણે કદાચ ટેકરીપર સહેલાઇથી ચઢી શકીએ ખરા પણ જો સોગજોગે હવામાં કૂદકો માર્યો તો પછી ત્યાંના ત્યાંજ ત્રિશંકુની પેઠે અધ્ધર રહેવાના; કારણ કે નીચે ખેંચનાર ગુરુત્વાકર્ષણ તો છે નહીં ને તેના અભાવે આપણો કંઇ ભાર નથી કે જેથી નીચે આવી શકીએ; અને કદાચ એમ પણ બને કે જન્મારા સુધી આ દુનિયા સાથેનો આપણો સંબંધ છૂટી જાય! આપણા ઘરમાંની વસ્તુઓ કોઇ ભોંયપર ને કોઇ અધ્ધર ને કોઇ છાપરાપર પડી રહેવાની. વળી વિશેષ તો ચંદ્ર કે જે પૃથ્વીના ગુરુત્વાકર્ષણને લીધે આસપાસ રહે છે તે પણ પછી રસ્તે પડી જવાનો અને પૃથ્વી પણ સૂર્યના કોઇ પ્રકારના બંધનમાં નહીં હોવાથી આકાશમાં આમતેમ નિયમવિના વિચરવાની. એટલે રાત્ર દિવસ શા! અને પછી ઋતુઓ શી!

અને તેમ થાય તો પછી પૃથ્વીપર મનુષ્યાદિ પ્રાણીઓના જીવનની પણ આશા ક્યાંથી રાખવી ?

વળી એજ પ્રમાણે જો સંબંધાકર્ષણ ન હોય તો ઘન પદાર્થોના પરમાણુઓ એકત્ર (સંયુક્ત) ન રહેતાં છૂટા પડી જાય અને ભૂકો થઇને પડે. જો આપણા ટેબલ અને ખુરશીની વતી ભૂકો થઈ રહે તો પછી તેના વગરજ ચલાવવું પડે. ઘર બંધાવવાને ઈંટ જેવું કંઈ મળી શકે નહીં કારણ કે વસ્તુઓના પરમાણુઓને તેમના આકારમાં રાખનાર સંબંધાકર્ષણનો અભાવ હોવાથી તેઓ ભૂકારુપજ થઇ જવાની, તો પછી આપણે ઘર વગર ચલાવવું પડે. ટુંકામાં કહીએ તો આપણા શરીરોની પણ એજ દશા થાય અને આખું વિશ્વ એક ધૂળનો ઢગલો થઇને પડે !



શરીર-રચના.

ઇંદ્રવિજયછંદ.

હાડતણો કરીં કાટ કળા થકિ માંસ રુધિરનીં ગાર લગાવી,
બંધન નાડિ તણાં બહુ બાંધીં સુકેશ રુંવાટિનું છાજ છવાવી;
ચામડી કેરીં ચટાઇ ચહૂદિશ ભીંત ભડાંપર કેવીં વીંટાવી,
આ તન ઝૂપડીં કીધીં ખડી જીવ જંગમ આવીં વસ્યો મહીં ભાવી. ૧

શરીરમાં થતી ક્રિયાઓનાં સ્વરૂપ જાણવા માટે શરીરમાં કયા કયા અવયવો છે તથા તે કેવી રીતે ગોઠવાયલા છે એ જાણવું પ્રથમ જરૂરનું છે. વળી તે દરેક અવયવો કેવા પદાર્થના બનેલા છે, તે પદાર્થોના શા ગુણ છે, તથા તે અવયવો શરીરના નિર્વાહમાં શું શું કામ કરે છે, એ પણ જાણવું જરૂરનું છે. તેથી પ્રથમ તેનું ટુંક વર્ણ કરીએ છીએ.

મનુષ્ય શરીરના સાધારણ રીતે બે ભાગ પાડી શકાય છે. (૧) ડોકું અને (૨) ધડ. તથા ધડના પણ બે વિભાગ પાડી શકાય, એક તો છૂટા અવયવો હાથ પગ વગેરે અને બાકીનું ધડ. ડોકામાં ચહેરાનો ભાગ, તથા ઉપર તાળવા આગળ ખોપરીનો ભાગ તથા પાછળનો ખોપરીનો ભાગ એમ વિભાગો થઇ શકે છે. ચહેરાના ભાગમાં કપાળ, બે આંખો તથા નાક અને મ્હોડું એટલા તો આગળજ દેખીતા છે, તથા અંદર પડતાં અવયવોમાં જીભ અને તેની પાછળથી ધડમાં જતી બે નળીઓ એ મુખ્ય છે. ઉપરના ખોપરીના ભાગમાં જેને આપણે મગજ કહીએ છીએ તે આવેલું છે. એ મગજમાં પણ જૂદા જૂદા ઘણા ભાગો છે, પરંતુ તે સર્વેનું વર્ણન કરતાં ઘણું લંબાણ થઇ જાય; વળી તેની નીચેના ભાગમાં જેનાથી આપણે અવાજ સાંભળીએ છીએ તે બે

કાન બે બાજુએ અક્કેક આવેલા છે. તથા ખોપરીના પાછળના ભાગમાં મગજનો પાછલો ભાગ તથા તેમાંથી નીકળતું જ્ઞાનતંતુનું મો'ટું દોરડું જે આગળ વધીને બરડાના વચલા ભાગમાં આવેલા કરોડના હાડકાની વચમાં થઇને જાય છે, તે છે. ડોકાની નીચે ગળાના અને ગરદનના ભાગમાં આગળથી કઠણ લાગતી નળી શ્વાસ લેવાની ભૂંગળી છે, જેમાંથી શ્વાસ છાતીની બખોલમાં આવેલા ફેફસાંમાં જાય છે ને એજ રસ્તેથી ફેફસાંમાંથી બહાર નીકળે છે. એ નળીની પાછળ મ્હોં સાથે સંબંધ કરી રહેનારી અને ધડમાં વચ્ચેથી જનારી અન્નનળી છે. ડોકામાં ચહેરાનાં, જડબાનાં, ડોકનાં, ખોપરીનાં એમ જૂદા જૂદા હાડકાંઓ છે. તેમજ ધડમાં છાતી આગળ પાંસળીઓ તથા પેડુની બાજુપર બસ્તીના તથા બરડાના વચલા ભાગમાં કરોડના તથા હાથમાં અને પગમાં પણ જૂદાં જૂદાં હાડકાં હોય છે. બધાં મળીને આખા શરીરમાં ૨૦૦ હાડકાં હોય છે. જીંદગીના જૂદા જૂદા સમયે એ સંખ્યામાં ફેર પડે છે. યુવાવસ્થામાં કેટલાંક હાડકાંઓ જે છૂટા હોય છે તે મોટી ઉમરે એકઠા થઇ જાય છે. દાખલા તરીકે બરડાના મધ્યભાગમાં વચ્ચેની કરોડનાં ૩૩ અસ્થિઓ (હાડકાં) હોય છે. આમાંનાં ઉપરનાં ૨૪ તો જન્મારા સુધી છૂટાં રહે છે, પણ ૨૫ મું ૨૬ મું ૨૭ મું ૨૮ મું ૨૯ મું એકત્ર થઇ જાય છે; તથા બાકીનાં ચાર ૩૦ મું ૩૧ મું ૩૨ મું અને ૩૩ મું પણ એકત્ર થઇ જાય છે. ખોપરીના હાડકામાં પણ એ રીતે ફેરફાર થાય છે.

હવે ધડમાંના અવયવોનું વર્ણન કરીએ. છાતીના ભાગમાં જે બખોલ છે તેમાં દરેક બાજુએ એકેકું ફેફસું આવેલું છે. તથા ડાબી બાજુએ ચોથી અને પાંચમી પાંસળીની નીચેના

ભાગમાં હૃદય (રુધિરકોશ) આવેલું છે એમાંથી આખા શરીરમાં રૂધિર (લોહી) જાય છે. ફેફસાંની નીચેથી પેટની ઉપર એક પડદો આવેલો છે. એ પડદામાંથી પેલી અન્નનળી નીચે જાય છે અને તે પડદાની નીચે જઠરના રૂપમાં ખૂલે છે. જઠરનું બીજું નાકું પાછું નળીના જેવુંજ હોય છે અને ત્યાંથી ના'ના આંતરડાની શરૂઆત થાય છે. રબરની નળી જેવાં એ ના'ના આંતરડાં ઘણાં લાંબાં હોય છે. અને તેને જાણે ડાળી ડાળીને ભર્યાં હોય એમ લાગે છે. થોડી લંબાઇ પછી તે 'મો'ટા આંતરડાં'ના નામથી ઓળખાય છે. એ મોટા આંતરડા વાટે ખોરાકમાંથી ન પચન થયેલો ભાગ બહાર કા'ડી નંખાય છે. આ ઉપરાંત અન્નનળ સાથે સંબંધ રાખનાર યકૃત અથવા કલેજું (liver) પેટમાં જઠરની જમણી બાજુએ આવેલું છે; તથ પેન્ક્રીઅસ નામનું એક અવયવ જેમાંથી નીકળતો રસ ખોરાકના પચનમાં ઉપયોગી છે તે જમણેથી ડાબી તરફ આડો આવેલો છે. એ શિવાય ધડમાં ડાબી બાજુએ પ્લીહા (spleen) એટલે જેને તલ્લી કહે છે તે છે. વળી જેમાં પિશાબની ઉત્પત્તિ થાય છે તે બે ગુરદાઓ (kidneys) પણ તેમાંજ આવેલા છે. શરીરના મો'ટા મો'ટા અવયવોનું બહુજ ટૂંકામાં આપણે વર્ણન કરી દીધું.

એ ઉપરાંત પણ બીજા ઘણા પદાર્થો છે; જેવાં કે, શરીરમાંનાં હાડકાંઓને ક્રિયા કરવાને, આમ તેમ વાળવાને સ્નાયુઓ હોય છે. એ સ્નાયુઓને બળ આપવા માટે તેનાં પદાર્થને જોઇતી વસ્તુ પૂરી પાડનારી લોહીની ઝીણી ઝીણી વાહિનીઓ હોય છે અને એ સર્વને પોતપોતાના કાર્યમાં યોજનાર–આજ્ઞા કરનાર–જ્ઞાનતંતુઓના તાર પણ સર્વત્ર પ્રસરેલા હોય છે. વળી જૂદાં જૂદાં હાડકાંઓને બીજા ભાગો

સાથે બાંધવાને નરમ પણ મજબૂત પદાર્થના બનેલા કૂર્ચા (cartileges) હોય છે. હાડકાંઓ હાલતાં ચાલતાં ઘસાય નહિ માટે તેમને ચરબી વગેરેના પડમાં કેટલેક ઠેકાણે ગોઠવવામાં આવ્યાં હોય છે. જૂદા જૂદા રસને ઉત્પન્ન કરનારી જૂદી જૂદી ગાંઠો હોય છે. અને આ બધાને ઢાંકીને જાણે મઢી લેનારી હોયની શું એવો સારો દેખાવ આપનારી ત્વચા અથવા ચામડી છે.

રુધિરાભિસરણ-લોહીનું ફરવું.

દોધક છંદ.

શુણોં નદી નદના મહિમાને, માનવ પૂર્ણ ચમત્કૃતિ માને;
દિંગ બને જન જેહ વિચારી, શોણિતગંગ કથા શુણ સારી. ૧

શરીરના કોઇ પણ ભાગપર કંઈ પણ સખત ઈજા થાય છે કે સ્હેજ પણ ઉંડો ઘા લાગે છે તો તરત લોહી નીકળે છે. આપરથી એમ લાગે છે શરીરના બધા ભાગોમાં લોહી હોય છે. પરંતુ ચપ્પુથી પગની કે બીજા કોઇ ઠેકાણાની ચામડીપર જો આપણે છરતું ઘસીશું તો પુગજેવી ઝીણી ધોળી ચામડી ઉખડશે પણ લોહી નીકળતું જણાશે નહિ. જ્યારે હજામત કરાવીએ છીએ ત્યારે પણ એમજ થાય છે, માત્ર વાળ કપાઈ જાય છે ને કોઇ વાર ચામડીની પાતળી ધોળી છોલ ઉખડે છે. જો ચપ્પુ કે અસ્ત્રો ઉપર ઉપરથી ચાલ્યા જવાને બદલે સ્હેજ પણ ઉંડો જાય છે તો તરત લોહી નીકળે છે. ત્યારે આપણે શું સમજવું? ચામડી લોહીવાળી ગણવી કે લોહી વિનાની? ચામડીનાં ઘણા સૂક્ષ્મ પડો છે

તેમાંના સૌથી ઉપરના પડ શિવાય બધાં પડમાં લોહીની અતિ સૂક્ષ્મ વાહિનીઓ છે.

વળી આપણે જોઇએ છીએ કે હાથ, પગ, વગેરે કોઇ અવયવમાંથી પુષ્કળ લોહી નીકળી જાય છે તો તે ભાગ નિર્બળ થઇ ગયેલો લાગે છે. વળી જો કોઈ ભાગને ખેંચીને દોરી બાંધી મૂકીએ છીએ તો તે ભાગ તદ્દન જૂઠો પડી જાય છે એટલે કે તેમાં લાગણી રહેલી જણાતી નથી અને તે શક્તિહીન થઇ જાય છે. વળી તે ભાગ ધીમે ધીમે કાળો ભૂરો થતો જાય છે. આપરથી એમ જણાય છે કે શરીરના દરેકે દરેક ભાગને વખતો વખત એવો પદાર્થ પહોંચાડવામાં આવે છે છે કે જે તેને તાજો રાખે છે અને પોતપોતાનું કાર્ય કરવાની શક્તિ આપે છે. દોરી બાંધીને આપણે તે પદાર્થને અમુક ભાગમાં જતો અટકાવીએ છીએ ત્યારે તે ભાગમાંથી ઘણું લોહી વહી ગયાથી જે સ્થિતિ થાય છે તેવી સ્થિતિ થાય છે. આથી દેખીતું છે કે વખતો વખત દરેક ભાગમાં આવતો આ પદાર્થ તે લોહીજ છે.


ચિત્ર ૩૬. હૃદય (રક્તકોશ)

લોહીનો જથ્થો શરીરના કયા ભાગમાં રહે છે અને ત્યાંથી બધા અવયવોને શી રીતે પહોંચાડવામાં આવે છે તેનું વર્ણન કરીએ.

શરીરમાં છાતીની બખોલમાં ડાબા પાસાપર પાંસળીઓની અંદરથી રક્તકોશ (હૃદય) એટલે લોહીનો જથો જેમાં છે તે અવયવ આવેલું છે. પાસેની આકૃતિમાં હૃદયનું ચિત્ર આપેલું છે. એના જેવોજ એનો આકાર હોય છે. આ હૃદયમાંથી લોહી આખા શરીરના બધા ભાગોમાં–ઝીણામાં ઝીણા દરેક અવયવોમાં–જાય છે. હૃદયની બે બાજુએ બે ભાગો હોય છે; એક તો, અંદર પડતી જમણી બાજુનો અને બીજો બહાર પડતો ડાબી બાજુનો ભાગ. આ ભાગોના દરેકના બબ્બે વિભાગો હોય છે. એ દરેકના જૂદા જૂદા નામો છે. પેલા ડાબી બાજુના નીચેના ભાગમાંથી એક મો'ટા નળ જેવી જાડી ધમની વાટે લોહી હૃદયમાંથી બહાર નીકળે છે. આ ધમનીમાંથી તરતજ બે ધમનીઓ થઈ જાય છે, અને તેમાંની એક શરીરના જમણા ભાગ તરફ અને બીજી શરીરના ડાબા ભાગ તરફ જતી જણાય છે. આગળ ચાલતાં તેમાંથી ધીમે ધીમે ઝીણી ઝીણી ધમનીઓ નીકળે છે જે શરીરના જૂદા જૂદા અવયવોમાં પેંસી તે તે અવયવોના પદાર્થોમાં અતિ સૂક્ષ્મ કેશવાહિનીઓના રૂપમાં પ્રસરે છે. આ પ્રમાણે દરેક ઝીણામાં ઝીણા શરીરના ભાગને શુદ્ધ રાતું લોહી પહોંચે છે. દરેક ભાગમાં જૂદી જૂદી ચાલતી ક્રિયાઓને આ શુદ્ધ લોહી બળ આપે છે. તે તે ક્રિયાઓમાં જોઇતા પદાર્થો લોહીમાંથી તે તે અવયવો લઈ લે છે અને જૂદી જૂદી ક્રિયાથી જે મેલજેવો પદાર્થ થાય છે તે લોહીને પાછો આપે છે. આવો પદાર્થ આવવાથી લોહીનો રાતો રંગ બદલાઇ ભૂરો થઈ જાય છે; અને જેવી કેશવાહિનીઓ વાટે તે ત્યાં આવ્યું હોય છે, તેવીજ કેશવાહિનીઓ મારફત પેલું મેલું ભૂરૂં લોહી આગળ ચાલી તે બધી એકત્ર થઈ ઝીણી ઝીણી શિરાઓ

બને છે; અને જેમ પૂર્વે શુદ્ધ લોહીની ધમનીઓ અવયવોમાં પેંસે છે તેમ આ શિરાઓ તેમાંથી બહાર નીકળતી જણાય છે. પાછી ક્રમથી આ શિરાઓ બધી ધીમે ધીમે એકઠી થતી થતી હૃદય તરફ આવે છે અને જ્યારે છેક હૃદયની પાસે આવે છે ત્યારે માત્ર બેજ થઈ જાય છે. તેમાંની એક માથા તરફથી બધું ભૂરૂં લોહી લઇને આવનારી અને બીજી શરીરના બીજા નીચેના ભાગો તરફથી ભૂરૂં લોહી લઇને આવનારી હોય છે. આ બે મોટી શિરાઓ હૃદયના અંદર પડતા અને જમણી તરફના ભાગના ઉપરના વિભાગમાં ઠલવાય છે; અને તેમાંથી તેજ બાજુના નીચેના ભાગમાં જાય છે, ત્યાંથી ચાર શિરાઓ વાટે ફેફસામાં આ ભૂરૂં લોહી જાય છે. આ શિરાઓને વિદ્યાના પુસ્તકોમાં "ફેફસાંમાં જનારી ધમનીઓ" એવું નામ આપવામાં આવેલું છે. સ્વચ્છ રાતા લોહીને શરીરના જૂદા જૂદા ભાગોમાં લઈ જનારી ધમનીઓ કહેવાય છે છતાં આ ભૂરૂં મેલવાળું લોહી લઈ જનારીને જો કે ધમનીઓ કહેવામાં આવે છે, પરંતુ તેથી વાંચનારે ભૂલ કરવી જોઈતી નથી. આ લોહી ફેફસાંમાં જાય છે, ત્યાં શ્વાસમાં આવેલી હવામાંનો ઓક્સિજન વાયુ એ શોષે છે, અને પોતાનામાં રહેલા મળના અણુઓ શ્વાસમાં આવેલી હવાને આપી દઈ શુદ્ધ રાતું થઈ જાય છે. હૃદયના એક ભાગમાંથી આ પ્રમાણે અશુદ્ધ લોહી ફેફસાંમાં જઈ કેવી રીતે શુદ્ધ થાય છે તથા તે વખતે તેમાં કેવા કેવા ફેરફારો થાય છે એ વિષય પણ બહુ જાણવા જેવો છે. ફેફસાંમાં ઝીણી ઝીણી વાહિનીઓમાં વહેંચાઈ જઈ શુદ્ધ થયા પછી મો'ટી મો'ટી ચાર ધમનીઓ, જેને 'ફેફસામાંથી આવનારી શિરાઓ કહેવામાં આવે છે તે વાટે હૃદયના ડાબી બાજુના ઉપરના પડખામાં લોહી પાછું

આવે છે, અને ત્યાંથી નીચેના ભાગમાં જઈ, પહેલાં કહ્યું હતું તે પ્રમાણે આખા શરીરમાં પૂરે છે.

હૃદયના ચાર ભાગ છે એમ આપણે ઉપર જણાવી ગયા અને એક ભાગમાંથી બીજા ભાગમાં લોહી જાય છે એમ જણાવ્યું. વળી હૃદયમાંથી ધમનીઓમાં, વાહિનીઓમાં કેશવાહિનીઓમાં અને ત્યાંથી ઝીણી શિરાઓ વાટે મો'ટી શિરાઓમાં થઈ લોહી પાછું હૃદયમાં આવે છે એ પણ આપણે જાણ્યું. પરંતુ એ બધી ચીજોની રચના કેવી છે, તે કેવા પદાર્થોની બનેલી છે અને એકમાંથી બીજામાં લોહીને ગતિ કરાવનાર શા કારણો છે તથા આપણે બતાવ્યું તેમ હૃદયમાંથી ધમનીઓમાં અને તેમાંથી કેશવાહિનીઓમાં થઈ પાછું શિરા મારફત હૃદયમાં આવવાને બદલે ઉંધે રસ્તે કેમ જતું નથી એ જાણવાની સહજ જીજ્ઞાસા થાય છે.

કેશવાહિનીઓ–બહુજ ઝીણી, પાતળા વાળ જેવી બારીક અને આસરે એક ઇંચના પંદરસોથી બે હજારમાં ભાગ જેવડી જાડી હોય છે. ના'નામાં ના'ની ધમનીઓ કે શિરાઓની દિવાલો (બાજુઓ) કરતાં આની બાજુઓ બહુજ કોમળ પડની બનેલી હોય છે. શરીરની દરેક તંતુરચનામાં નિરૂપયોગી થયેલા પદાર્થોને આ કેશવાહિનીઓ વાટેજ શરીરની બહાર પદાર્થોને કા'ડનાર અવયવો પાસે લઈ જવામાં આવે છે. આ કેશવાહિનીઓની દિવાલો કોમળ પડની હોવાથી એવા પડમાંથી આરપાર પદાર્થોની આપ લે અથવા પેંસનીકળ થઈ શકે છે.

ધમનીઓ અને શિરાઓ–ધમનીઓ રબરની નળીઓના જેવી અને સ્નાયુના પડની બાજુવાળી હોય છે. કેશવાહિનીઓ કરતાં મો'ટી હોવા સાથે તેની બાજુ વધારે જાડી

અને મજબૂત હેાય છે એટલુંજ નહિ પણ સ્થિતિસ્થાપક પદાર્થની બનેલી હેાય છે. અને તેથીજ એ વાટે લેાહી એક ઠેકાણેથી બીજે ઠેકાણે જઈ શકે છે. તેના સ્નાયુના પડને લીધે તેનામાં સંકેાચાવાની શક્તિ રહે છે; જેથી તે એક ઠેકાણે સંકેાચાઈ લેાહીને દાબીને અગાડી ઠેલે છે, વળી તે ત્યાંથી સંકેાચાઇ અગાડી ઠેલે છે, એમ ને એમ લેાહી ધમનીએામાં અગાડી ઠેલાય છે. શિરાએાની બાજુએા જો કે કેશવાહિનીએાના પ્રમાણમાં ઘણી મજબૂત અને જાડી હેાય છે પરંતુ તેમાં સ્નાયુનું કે સ્થિતિ-સ્થાપક પદાર્થનું પડ હેાતું નથી. આ પ્રમાણે ધમનીએા અને શિરાએાની બનાવટમાં જે ફેર રાખવામાં આવ્યેા છે તે ખરેખર ચતુરાઇનેા નમુનેા છે. હૃદયમાંથી લેાહી બહાર જતી વખતે મેા'ટી વાહિનીએામાં થઈ ના'ની ના'ની વાહિનીએામાં જાય છે અને પાછા આવતી વખતે ના'નીમાંથી મેા'ટીમાં આવે છે તેથી શિરાએાની અંદરની બાજુએ લેાહીતું જેટલું દબાણ હેાય છે તેના કરતા ધમનીએામાં અતિ ઘણું હેાય છે. આ વિશેષ દબાણથી કાંઇ ઈજા ન થાય તેટલા માટે શિરાએા કરતાં ધમનીએાને વધારે મજબૂત અને સ્થિતિસ્થાપક પદાર્થની બનાવી છે.

વળી ધમનીએા અને શિરાએાની બનાવટમાં જે એક બીજી ચતુરાઈ છે તેનું વર્ણન કરીએ. શિરાએા વાટે લેાહી હૃદય તરફ હમેશ જતું હેાવાથી, તે તેથી ઉંધી દિશામાં પાછું જઇ શકે નહિ તેટલા સારૂ શિરાએાની બાજુએાને લાગેલા એક છેડેથી તેમની સાથે ખેાભણ કરીને બીજે છેડેથી છૂટા રહેલા પડદા (Valves) હેાય છે. જેવું લેાહી પાછું ઠેલાય છે કે તેમાં લેાહી ભરાવાથી તે ઉપસી આવી રસ્તેા બંધ કરી દે છે.

ધમનીઓમાં લોહીનો જબરો વેગ હોવાને લીધે તેમની ફાટવાની ધાસ્તી રહે છે. વળી અવયવોમાં ચોખ્ખું લોહી જનારી ધમનીઓના ફાટવાથી જેટલું નુકસાન થવાની ધાસ્તી રહે છે તેટલી શિરાઓના ફાટવાથી રહેતી નથી. આ કારણથી ધમનીઓને મજબૂત બનાવી છે એટલુંજ નહિ પણ તેઓને જેમ બને તેમ નિર્ભય જગાએ મૂકવામાં આવી છે. કોઇ કોઇ ભાગમાં હાડકાંની ખોભણોમાંથી તેમને રસ્તો આપવામાં આવ્યો છે. તેમજ હાથનાં આંગળાં કપાવાનું કે ભાંગવાનું ભય વધારે હોવાથી તેની અંદરના હાડકામાં ખાડાઓ હોય છે અને ધમનીઓને તેમાં બેસાડવામાં આવેલી હોય છે, જેથી તેઓને વારે વારે જોખમ લાગતું નથી કે ઇજા થતી નથી.

હૃદય:—આગળ આપણે હૃદયનું ચિત્ર આપી ગયા છીએ. એનું કદ ઘણું ખરૂં માણસની પોતાના હાથની વાળેલી મુઠ્ઠી જેવડું હોય છે. એનો ઉપર તરફનો ભાગ પહોળો હોય છે અને નીચે તરફનો સાંકડો બિંદુ જેવો હોય છે જેને 'ટોચ' કહે છે. એ ટોચ પાંચમી અને છઠ્ઠી પાંસળીઓની વચમાં આવેલી હોય છે. હૃદયમાંથી લોહી મોટી ધમનીઓમાં જાય છે ત્યારે દબાણ કરવામાં હૃદયને જે જોર પડે છે તેને લીધે આ ટોચ હાલે છે. અને તેથી પાંચમી અને છઠ્ઠી પાંસળીઓપર હાથ મૂકીએ છીએ ત્યારે આપણને ધડકતું લાગે છે, તે આ ટોચનું હાલવું છે. કોઇ પણ પ્રાણી જ્યાં સુધી જીવતું હોય ત્યાં સુધી એ ટોચ હાલ્યાં કરે છે અને તેથી એ હૃદયનું ધડકવું બંધ થવાથી તે પ્રાણી મરી ગયું એમ અનુમાન કરાય છે.

હૃદયમાં ચાર ભાગ હોય છે તે તો આપણે જણાવી ગયા છીએ, જેવું જમણી બાજુમાં ઉપરના ભાગમાં ભૂરૂં લોહી

ઠલવાય છે કે હૃદય સ્નાયુનાં પડનું બનેલું હોવાથી એ ભાગ સંકોચાય છે, અને લોહી ઉપરના ભાગમાંથી નીચેના ભાગમાં કાણાં વાટે ઠેલાય છે. જેવો નીચેનો ભાગ લોહીથી ભરાય છે કે તરતજ તે પણ પોતાના સ્વભાવથીજ સંકોચાય છે અને પોતાનામાં આવેલા લોહીને અગાડી ઠેલે છે. હૃદયના એ ભાગમાંથી નીકળતી શિરાઓમાં-જેને વિદ્યાના પુસ્તકોમાં 'ફેફસાંમાં જનારી ધમનીઓ' કહેવામાં આવે છે તેમાં-આવેલું આ લોહી ફેફસાંમાં જાય છે. વળી આ પ્રમાણે નીચલા ભાગના સંકોચાવા વખતે લોહી પાછું ઉપલા ભાગમાં ન જતું રહે તે માટે બહુજ નાજુક અને ખુબીદાર ગોઠવણ કરવામાં આવી છે. તે એ છે કે ઉપરના અને નીચેના ભાગ વચ્ચેના કાણાંની આજુબાજુ ચામડીના પડ જેવા કટકાઓને પડદા તરીકે ગોઠવેલા છે, અને તેમને સ્નાયુઓના તંતુઓ વડે નીચેના ભાગની દિવાલ સાથે બાંધેલા છે. જેવું લોહી તેમાં ભરાય છે અને પેલો નીચેનો ભાગ સંકોચાવા માંડે છે કે તરત પેલા ચામડીના પડ જેવા પડદા (વાલ્વો) ડબાઇને પેલા કાણાંપર એક મજભૂત ઢાંકણરૂપ થઈ જાય છે. એટલે ડબાતું લોહી આગળજ ઠેલાય છે અને પાછું એ બાજુનો માર્ગ લઈ શકતું નથી. ફેફસાંમાં ફરી શુદ્ધ થઈ આવેલું લોહી ડાબી બાજુના ઉપલા ભાગમાં ખાલી થયા પછી તરતજ જમણી બાજુની પેઠે નીચલા ભાગમાં ઢકેલાય છે અને નીચલામાંથી બહારની મોટી ધમનીઓમાં ઠેલાય છે. તે પણ ઉપર જણાવેલી રચનાને લીધેજ પાછું જઈ શકતું નથી. ધમનીઓમાં ગયેલું લોહી ધમનીઓની બાજુના સંકોચાવાથી આગળ ઠેલાય છે અને તેના અને હૃદયના નીચલા ભાગોની વચ્ચે આવેલા એવાજ પડદાઓને લીધે પાછું જઈ શકતું નથી.

આ રીતે રૂધિરાભિસરણના આખા માર્ગમાં હૃદયના જૂદા જૂદા ભાગોથી માંડીને ના'ની મો'ટી ધમનીઓ અને શિરાઓમાં પડદાની આવી ચમત્કારી ગોઠવણથી પરમેશ્વરના અપાર ડહાપણ અને બુદ્ધિનું આપણને ભાન થાય છે. આખી સૃષ્ટિની રચનામાં આ'વાને આ'વા અસંખ્ય દાખલાઓ છે અને તેથીજ વિચારવાન્ વિદ્યાનો અભ્યાસી પગલે પગલે પરમેશ્વરનો મહિમા સકારણ સમજી આનંદ પામે છે.

પાણીના નળ અને ગટર સાથે રુધિરાભિસરણનું મળતાપણું.

ગીતિ.

માનવ દેહ પુરી આ, તેમાં નળ ને ગટર સરખી રચના,
રુધિરાભિસરણ માટે, પ્રભુએ નિર્મી સુખાર્થ સઉ જનના. ૧

ઇન્દ્રિયવિજ્ઞાનમાં મનુષ્યના શરીર સંબંધી સર્વ બાબતોનો વિચાર કરવાનો હોવાથી એ વિદ્યાનું જ્ઞાન મેળવનાર પુરુષોએ નિર્ણયો કરવામાં અને શરીરના પદાર્થોનું સૂક્ષ્મ અવલોકન કરવામાં અથાગ શ્રમ કર્યો છે, અને હજી પણ તેવોજ ચાલુ છે. આટલી બધી મહેનત છતાં શરીરરૂપ યંત્ર એવું તો વિલક્ષણ અને એટલું તો ઝીણી ગોઠવણવાળું છે કે મનુષ્યથી યોજાયલા અને હજી પછી યોજનારાં યુક્તિવાળાં અનેક સાધનોથી પણ તેનું પૂર્ણ જ્ઞાન મળશે કે કેમ એ શંકા પડતુંજ છે.

પરંતુ જે જ્ઞાન આજ સુધીમાં વિદ્વાનોએ મેળવ્યું છે તે કંઇ ઓછું અદ્ભુત છે એમ સમજવાનું નથી. એટલા જ્ઞાન-

પરથી એમ જણાય છે કે આખા વિશ્વમાં જે જે બનાવો તથા પદાર્થો જોવામાં આવે છે તેમાંના ઘણા અથવા તેમને મળતા ઘણા બનાવો અને પદાર્થો શરીરમાં જોવામાં આવે છે. રસાયન વિદ્યાના અભ્યાસીને બહાર જડતા પદાર્થોમાંના ઘણા શરીરના અંદરના ભાગમાં મળે છે એટલુંજ નહિ પણ બીજા કદી નહિ જોવામાં આવેલા પદાર્થો પણ જડે છે. અજવાળું અથવા પ્રકાશના નિયમો જાણનાર, છબી પાડવાના યંત્ર સાથે આંખની સરખામણી કરી શકે છે. અને પ્રખ્યાત વિદ્યુત્શાસ્ત્રી એડીસને બનાવેલું ફોનોગ્રાફ અથવા "ધ્વનિલેખક" યંત્ર કાનની રચનાને મળતું આવે છે. ખરેખરૂં જોતાં તો એમજ બન્યું છે કે ઇન્દ્રિવિજ્ઞાનનું સારૂં જ્ઞાન થયા પછી એટલે આંખ અને કાનના બરાબર સ્વરૂપો અને કામ કરવાની રીતો વગેરે સમજાયા પછીજ આ યંત્રો શોધી કા'ડવાનો રસ્તો સૂઝયો છે!

આ પ્રમાણે શરીરના જૂદા જૂદા અવયવોની જૂદી જૂદી કાર્યશક્તિનું દૃષ્ટાંત લઇ નવા નવા ચમત્કારી શોધોનો માર્ગ ખુલ્લો થયો છે તથા વિશ્વના કેટલાક નિયમો શરીરરૂપ સૃષ્ટિમાં ચાલતાજ હોય છે એમ જણાય છે ત્યારે આ ઇન્દ્રિયવિજ્ઞાનના અભ્યાસીને જે મહાન્ નિયમો વડે આ બધી રચના બરાબર ચાલે છે તે તે નિયમો તરફ અને તે સર્વ નિયમોના પ્રેરક શ્રી પરમેશ્વર તરફ કેટલું બધું માન અને પૂજ્યભાવ ઉત્પન્ન થાય છે તેનો ખ્યાલ વાંચનારે સહજ કરી લેવો.

હવે શરીરમાં લોહીનાં ફરવાની રીતનું પાણીના નળ અને ગટર સાથે જે મળતાપણું છે તે તપાસીએ. જેમ પાણી ભરી રાખવા માટે મોટું તળાવ કે ટાંકી હોય છે તેમ અહીંઆ હૃદયનો ડાબો ભાગ છે. તળાવમાંથી ચોખ્ખું પાણી

એક મો'ટા નળ વાટે બહાર કા'ડવામાં આવે છે તથા એ મો'ટા નળના શહેરમાં પેંસતાં ના'ના ના'ના ઘણા નળો થઇ જાય છે. તેમાંથી દરેક મોહોલ્લે મોહોલ્લે અને પોળે પોળે તેથી ના'ના ના'ના નળો કરી આખરે દરેક ઘરમાં ઝીણી ઝીણી નળીઓ વાટે પાણી પૂરૂં પાડવામાં આવે છે. તેમ અહીંઆ હૃદયમાંથી મો'ટી એક ધમનીવડે ચોખ્ખું લોહી હૃદયમાંથી બહાર નીકળે છે, અને આગળ ચાલતાં તે મો'ટી ધમનીમાંથી ના'ની ના'ની અસંખ્ય નાડીઓ જૂદા જૂદા અવયવો ભાગો અને પડોમાં પેંસી ત્યાં વાળ જેવી બહુજ બારીક કેશવાહિનીઓમાં વહેંચાઇ જઇ સર્વત્ર લોહી પહોંચાડે છે.

વળી જેમ ઘરમાં નળીઓ મારફત આવેલું પાણી નાહુવાધોવાના, પીવાના, સાફકરવાના વગેરે કામમાં વપરાયાથી તેમાં જૂદા જૂદા મળો, દુર્ગંધયુક્ત પદાર્થો અને કચરો એકઠો થાય છે અને એવું મેલું પાણી ઘરની મોરીઓમાંથી મોહોલ્લાની નાની ગટરમાં જાય છે; એવી જૂદા જૂદા મોહોલ્લાની ના'ની ના'ની ગટરો એક મો'ટી ગટર કે મો'ટા નળને મળે છે. અને તે વળી તેનાથી મો'ટી ગટરને મળે છે એમ થતાં થતાં મેલું પાણી છેલ્લે દરિયામાં કે નદીમાં બગડેલા પાણી તરીકે જઈ પડે છે, જ્યાં તેમાંનો કચરો ગળાઇ જઇ પાણી શુદ્ધ થઇ સારા પાણી સાથે ભળી જાય છે. તેમજ આ લોહી પણ દરેક અવયવો જેને આ દાખલામાં જૂદા જૂદા ઘરો જેવા ગણી શકાય તેમાં જાય છે, ત્યાં દરેક અવયવો પોતાની ક્રિયાને ઉત્તેજક પદાર્થો તેમાંથી લે છે. તથા તે તે અવયવોમાં થયેલી ક્રિયાથી નકામો પદાર્થ તે લોહીને આપે છે, જેથી તેનો લાલ રંગ બદલાઇને ભૂરો થઇ જાય છે; આ મેલું ભૂરૂં લોહી પેલી કેશવાહિનીઓમાં થઇને

એવી અસંખ્ય કેશવાહિનીઓ એકઠી થવાથી બનતી ના'ની શિરાઓમાં આવે છે; અને તેવી ના'ની ના'ની શિરાઓ એકત્ર થતાં આખરે બે મો'ટી શિરાઓ વાટે હૃદયના જમણા પડખામાં આવી રેડાય છે. આ લોહી અશુદ્ધ છે, અને તેથી એ જમણાં પડખામાંથી 'ફેફસાંમાં જતી ધમનીઓ' કહેવાતી શિરાઓ વાટે ફેફસાં પાસે જઇ ત્યાં શુદ્ધ રાતું થઇ પાછું હૃદયના ડાબા પડખામાં આવે છે કે જ્યાંથી તે પ્રથમ શરૂ થયું હતું. આ પ્રમાણે બન્ને ઠેકાણે ગતિનું ચક્કર પૂરૂં થાય છે. પેલું દરિયામાં કે નદીમાં ગયેલું પાણી તો શુદ્ધ થઇ પાછું તળાવમાં તરત કવચિતજ આવી શકે છે કારણ કે તે એટલું જલદીથી શુદ્ધ થાય નહિ માટે તળાવમાં તેને ગટરવાટે પાછું લેવામાં આવતું નથી. પણ આ લોહી તો તરતજ ફેફસાંમાં જઇ શુદ્ધ થઇ આવે છે અને નવું બળ અને તત્વ મેળવી શરીરના ભાગોને પાછું બળ પહોંચાડે છે. આ રીતે શરીરમાં કરેલી વ્યવસ્થામાં વધારે ખૂબી અને ડહાપણ શમાયલાં છે.



ઘરમાં હવાની આવજા.

દોહરો.

ઘરમાં તાજા પવનનું, આવાગમન ન થાય,
હવા સકળ બગડી જતાં, જનથી ન જીવી શકાય. ૧
આંખ નાક આ શરીરમાં, તેજ હવાને કાજ;
પ્રભુએ રચીઆં તેહ પણ, સૂચવી દે છે આજ. ૨

ઘરમાં જેમ સ્વચ્છ હવા અને ખુલ્લું અજવાળું વધારે તેમ તેમાં વસનાર માણસની સુખાકારી સારી રહે એ સ્વાભાવિક છે, કારણ કે શરીરને તેમાંથી પોષક દ્રવ્ય મળે છે. શ્વાસમાં અંદર લેવાતી હવાના ઓકિસજનવડે લોહી શુદ્ધ થાય છે અને તેથી સ્વચ્છ હવાની માણસને ઘણી જરૂર છે. તથા જો તેવી હવા ન મળે તો લોહીમાંનો મેલ સાફ ન થતાં લોહીમાંજ રહી જઇ શરીરમાં રોગોની ઉત્પત્તિ કરે છે. વળી ઓકિસજનવાળી હવાનો અભાવ હોય અથવા જ્યાંની હવામાં ઓકિસજન ઘટી ગયો હોય કે બીજાં નુકસાનકારક તત્વો ભળ્યાં હોય તેવી જગામાં જો માણસને રાખવામાં આવે તો તે થોડીવારમાં મરી જાય છે. મુંબઇમાં થોડા વખતપર આનો ખેદકારક દાખલો બન્યો હતો. એક ધણીધણીઆણીનું જોડું રાત્રે બારી બારણાં બંધ કરી ઓરડામાં પાણી ગરમ કરવાનો બંબ સળગતો રહેવા દઇ સૂતું હતું. દેવતા દીવો કે એવોજ કોઇ પણ બળતો પદાર્થ બળતી વખતે હવામાંનો ઓકિસજન ખપાડે છે. એ નિયમ પ્રમાણે બંબમાંના સળગતા કોલસા તે ઓરડીમાંનો ઘણો ઓકિસજન ખાઈગયા અને તેથી અંદરની હવા લગભગ ઓકિસજન વિનાની થઇ ગઇ. આથી સ્હવાર સુધીમાં ઉંઘમાં ને ઉંઘમાં એ સ્રીપુરુષનું જોડું મરી

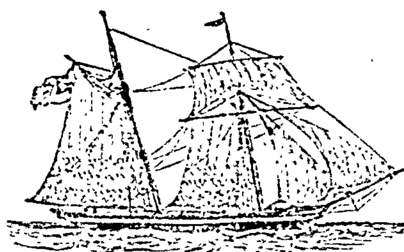
ગયું. ઝાડપાલો પણ એવી જગામાં ઉગી શકતો નથી, તેમજ બળવાની ક્રિયા પણ ચાલી શકતી નથી. આપરથી એટલું તો દેખીતુંજ છે કે માણસોને રહેવાનાં ઘરો એવાં બારીબારણાંવાળાં હોવાં જોઇએ કે જેથી ચોખ્ખી હવા અને ખુલ્લું અજવાળું તેમાં હમેશાં આવ્યા કરે. અજવાળું બપોર સુધી પૂર્વ તરફથી અને બપોર પછી પશ્ચિમ તરફથી આવતું હોવાથી અને પવન પશ્ચિમ તરફનો આરોગ્યવર્ધક ગણાતો હોવાથી ઘરોને પશ્ચિમ તરફ વધારે બારીબારણાં રાખવાં જોઇએ. હિંદુ શિલ્પીઓ પણ આ નિયમ સારી રીતે જાણતા હશે. અને તેથી તેમને મતે અને હજી પણ સામાન્ય હિંદુ પ્રજામાં પશ્ચિમ તરફના દ્વાર (પેંસવાનાં બારણાં)વાળું ઘર સૌથી સારૂં ગણાય છે.

વળી જેમ દરેક ઘરમાં હવા અજવાળાંને પેંસવાને બારી બારણાં જોઇએ તેમ તે એવી રીતે ગોઠવેલાં હોવાં જોઇએ કે માણસના પ્રશ્વાસથી, રાંધવાથી, બળવાથી, અને એવી બીજી સેંકડો ક્રિયાઓથી ગરમ થયેલી અને બીજાં નુકસાનકારક તત્વો સાથે મિશ્ર થયેલી ઘરમાંની હવાને બહાર નીકળવાનો રસ્તો મળે. આ કારણથી બારણાંઓ બારીઓ વગેરે હવા આવવા જવાના રસ્તાઓ સામસામાં જોઇએ. ઘરની અંદરની હવા તપેલી હોવાથી પાતળી થઈ ઉંચી ચ’ડે છે અને તેથી તેને નીકળવાને ઉંચે રસ્તો રાખવો જોઇએ. આ’વા કારણથી ધુમાડીઆં તથા બારીબારણાંઓપર કલમદાનો વગેરે મૂકવાની જરૂર છે. બહારની ઠંડી હવા ભારે હોવાથી બારણાની ફાડમાં નીચેના ભાગમાંથી પેંસે છે. આ બાબતની ખાત્રી કરવી હોય તો એક પ્રયોગ કરી જૂઓ. એક ઠંડા ઓરડામાં જવાનું બારણું એક બે ઇંચ ઉઘાડો અને પહેલાં સથાળે અને પછી જમીનની પાસે

ફાંડમાં બળતી મીણબત્તી પકડી રાખો. જ્યારે મીણબત્તીને મથાળે પકડવામાં આવે છે ત્યારે જ્યોત બહારની બાજુએ આવતી જણાય છે; અને જ્યારે નીચે રાખવામાં આવે છે ત્યારે ઓરડાની અંદર જતી જણાય છે. જ્યારે મથાળાની અને તળિયાની બેની બરાબર મધ્યમાં પકડવામાં આવે છે ત્યારે તે એકે બાજુએ જતી નથી અને ઘણી સ્થિરતાથી બળ્યા કરે છે. આ પ્રમાણે ઓરડાના ઉપલા ભાગમાં બહાર વહેતો હવાનો પ્રવાહ હોય છે અને નીચલા ભાગમાં અંદર વહેતો હવાનો પ્રવાહ હોય છે. આનાં કારણ વિષે આપણે શંકા કરવાની નથી. જે ઓરડામાં દેવતા સળગાવવામાં આવ્યો હોય છે અથવા દીવાઓ બળતા હોય છે અથવા માણસો રહેતાં હોય છે અથવા જેમાં આસપાસના પદાર્થો કરતાં વધારે ગરમ કોઇ પદાર્થો હોય છે તેમાં ગરમ હવા નિરંતર ઉપર ચ'ડતી હોય છે. જો બહારની વધારે ઠંડી હવા અને ઓરડાની હવાની વચ્ચે સંબંધ થવા દીધો હોય, તો વધારે ઠંડી અને ભારે હવા જમીન પાસે થઇને અંદર વહેશે, અને ગરમ હવા જે પ્રમાણે ઓરડાના ઉપલા ભાગમાં રાખેલા ધુમાડીઆમાં અથવા હવાની આવજા સારૂ રાખેલા સગવડ પડતા બાકામાં થાય છે તે પ્રમાણે ઉપર થઇને બહાર નીકળી જાય છે. જો ગરમ હવાને જવા સારૂ કોઇ રસ્તો નહીં હોય તો તે ભીંતો અને બારીઓને અડકવાથી ધીમે ધીમે ઠંડી પડે છે અને ફરીથી નીચે ઉતરે છે. એમ થવાથી તેની તેજ હવા કોટડીમાં આસ પાસ ફર્યા કરે છે. અને એ તો આપણે જણાવી ગયા છીએ કે આ બગડેલી તપેલી હવા નીકળી જઇ વખતો વખત ઠંડી સ્વચ્છ હવાની આરોગ્યને માટે ઘણી જરૂર છે; તેથી સંપૂર્ણ રીતે હવાની

આવજા થવા સારૂ ગરમ અને અસ્વચ્છ હવાને જવા માટે ઓરડાના ઉપલા ભાગમાં રસ્તો હોવો જોઈએ, અને જમીન પાસે સ્વચ્છ હવાને વગર અડચણે અંદર આવવાનો રસ્તો હોવો જોઇએ. જ્યાં કોટડીનાં બારીબારણાં વગર અડચણે અંદર આવતા હવાના પ્રવાહને કેવળ બંધ કરે એવી રીતે ઘણાં સજ્જડ બંધ કર્યાં હોય છે અને પછી દેવતા સળગાવવામાં આવે છે ત્યારે તેના પોષણસારૂ જોઈતી હવા અંદર આવી શકતી નથી તેથી બળતું ધીમે ધીમે ઓલવાઇ જાય છે.

જેમ હવાની આવજા માટે સગવડવાળાં બારીબારણાંવાળી કોટડીમાં હવા નવી ને નવી આવતી જાય છે તેમ પૃથ્વીનું આખું વાતાવરણ નિરંતર ગતિમાં રહે છે. જે પ્રદેશમાંની હવા પાસેના પ્રદેશોની હવા કરતાં વધારે ગરમ થાય છે તે પાતળી થઇ જાય છે અને વાતાવરણના ઉંચા પ્રદેશો તરફ ઉપર ચ’ડે છે, અને આસપાસની ઠંડી હવા પોતાના ભારે વજનને લીધે તેની ખોટ પૂરી પાડવાને નીચે ધસી આવે છે. આ પ્રમાણે વાતાવરણમાં થોડી કે વધારે ઉથલપાથલ ચાલ્યાજ કરે છે. આવી ઉથલપાથલોને પવન નામ આપવામાં આવ્યું છે.



પાણીમાંનું દબાણ.

જયકરી છંદ.

જયમ જળમાં ડૂબેલો ધડો, ખેંચો પણ વજને નહિ વડો;
ત્યમ ગરિબઇમાં જન બૂડતાં, વજન ન તેનું કો પ્રીછતાં. ૧

"પાણીમાં તામડી કે ડોલ ભરીએ છીએ ત્યારે જ્યાં સુધી તેને પાણીમાંને પાણીમાં આમતેમ ફેરવીએ છીએ કે ઉંચે ખેંચીએ છીએ પણ પાણીની બહાર કા'ડતા નથી ત્યાં સુધી તે ભરેલી હોય છે તોપણ આપણને તેનું બીલકુલ વજન લાગતું નથી, અથવા લાગે છે તો ઘણુંજ થોડું; એનું શું કારણ હશે?" એવો વિચાર બુદ્ધિપૂર્વક અવલોકન કરનાર માણસને આવ્યા વિના રહ્યો હશે નહિ. પરંતુ ઘણાજ થોડાએ તેનું કારણ તપાસ્યું હશે. કેટલાક લોકો કારણ ન શોધતાં કદાચ એમ પણ માની બેઠા હશે કે પાણીમાં પદાર્થોને વજન હોતું નથી. પરંતુ એમ ધારવું ભૂલ ભરેલું છે. કારણ કે લાકડાના એક મોટા પાટડાને અથવા બીજી એવી વજનદાર વસ્તુને આપણે પાણીની બહાર ઉંચકી શકીએ નહિ પરંતુ પાણીમાં નીચેથી ઉંચી કરી શકીએ કે આમતેમ હલાવી શકીએ છીએ તેપરથી એમ કંઇ કહેવાય નહિ કે તેને સમૂળગું વજનજ રહેતું નથી.

આ બનાવનું કારણ સમજવાને પાસે આપેલો પ્રયોગ કરી જુઓ: એક સાધારણ ગોળ સીધી ચીમની લો અને તેના મ્હોંના કરતાં સહેજ મો'ટો જાડા કાગળનો ગોળ કકડો કાપી કા'ડો. તે કાગળના કકડાના મધ્ય ભાગમાં એક ઝીણી દોરી બાંધો ચીમનીમાં થઇને તે દોરીને ખેંચો અને પકડી રાખો. હવે આ ચીમનીને પાણીથી ભરેલા એક મોટા પવાલામાં

ડૂબાવો. જેવો આ કાગળનો કકડો પાણીની સપાટીથી થોડે નીચે જાય છે કે તમારે પેલી દોરી વડે તેને ટેકવી રાખવાની જરુર રહેતી નથી. કારણ કે પાણીનું ઉપર તરફનું દબાણ એ કાગળના કકડાને તેની જગ્યામાં રાખવાને પૂરતું છે.



ચિત્ર ૩૭ મું-પાણીમાંનું દબાણ માપવાનો પ્રયોગ

વળી એ કાગળ જે દબાણથી પોતાને ઠેકાણે રહ્યો છે તે દબાણ કેટલા જોરવાળું છે તે જોવાને માટે એક લોટામાંથી પેલી ચીમનીમાં થોડું થોડું પાણી રેડો ત્યારે ચીમનીની અંદરના પાણીની સપાટી બહારના પવાલામાંના પાણીની સ-

પાટીની લગભગ આવશે કે પેલા કાગળના કકડાનું નીચે પડવું શરૂ થશે. ચોખ્ખું કરીને કહીએ તો ઉપરના બનાવનું આ પ્રમાણે વર્ણન થાયઃ જ્યારે વાસણ માંહેના પાણીનું કાગળની સામેનું ઉપર તરફનું દબાણ ચીમની માંહેના પાણીના નીચલી તરફના દબાણ અને કાગળના કકડાના વજનની બરાબર થઈ રહે છે ત્યારે જો જરાપણ વધારે પાણી ચીમનીમાં રેડવામાં આવે છે તો તે વધારાના પાણીથી વધેલું નીચલી તરફનું દબાણ કાગળના કકડાને નીચે ઢકેલી કા'ડે છે. જેમ કાગળના કકડાનું વજન ઓછું તેમ કાગળના કકડાની પડતી વખતે ચીમનીની અંદરના પાણીની સપાટી બહારના પવાલાના પાણીની સપાટીની વધારે લગભગ બરાબર થવાની.

જેઓ હોડીમાં બેસી ઉંડા પાણી ઉપર ગયા હશે તેઓએ સારી પેઠે જોયું હશે કે વધારે ઉંડાઇએ પાણીનું કેટલું બધું વધારે દબાણ હોય છે. જેઓને અનુભવ ન હોય તેઓએ પોતાને તેવોજ પ્રસંગ મળે ત્યારે નીચેનો પ્રયોગ કરી જોઇ ખાત્રી કરી લેવી.

એક બશેર પાણી માય એવડી સીસીને $\frac{3}{4}$ ભરી તેનાપર સજ્જડ બુચ દઇ, તેને લાંબી દોરીથી બાંધી ઉંડા પાણીમાં નાંખવી. જોઇતી ઉંડાઇએ ગયા પછી તેને પાછી ખેંચી લેશો તો પાણીના દબાણથી બુચ અંદર પેસી ગયેલો અને શીશી આખી પાણીથી ભરાયલી જણાશે.

હવે આ પ્રયોગોપરથી આપણે એટલું શીખ્યા કે પાણીમાં એક પ્રકારનું ઉપર તરફનું દબાણ હોય છે અને તેના બળથી કાગળનો કકડો કે એવી કોઇ પણ ચીજને તે ઊંચે ટેકવી રાખે છે. તથા તે બળનું પ્રમાણ તેટલી જગામાં જેટલું પાણી ઉપલી સપાટી સુધીમાં રહી શકે તેટલા પાણીના વજન જેટલું હોય છે.

ગણિતશાસ્ત્રી આર્કિમિડીસનો શોધ.

ઉધોર છંદ.

કરવા તોલ જનનું સત્વ, દુઃખમાં તોળી જવું તત્વ;
તોળે જયમ જળ મોઝાર, કાંચન ભેગ જન કળનાર. ૧

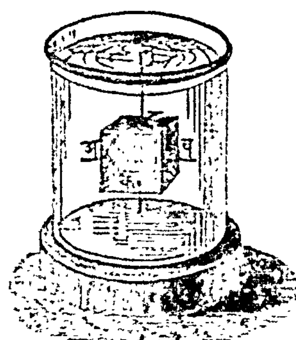
પૂર્વે સિસિલીમાં આવેલા સાઈરાકયુસમાં આર્કિમિડીસ કરીને એક મો'ટો ગણિતશાસ્ત્રી હતો. ઇતિહાસ જણાવે છે કે આ આર્કિમિડીસના ડહાપણથી સાઈરાકયુસ કેટલોક વખત સુધી શત્રુના તાબામાં જતું અટકયું હતું. એના શોધોવડે રોમના લશ્કરનો અને વહાણનો સંહાર કરવામાં આવ્યો હતો. એ એટલો બધો તો પ્રખ્યાત હતો કે એના શત્રુઓ પણ એને ચાહતા હતા. એક વેળાએ રોમન કમાન્ડર માર્સેલ્સ જ્યારે સાયરાકયુસપર ચ'ડી આવ્યો અને તે શહેરને ઘેરો ઘાલી બેઠો ત્યારે એણે પોતાનાં માણસને તાકીદ આપી હતી કે કોઇએ આ આર્કિમિડીસને સંતાપવો નહિ. પરંતુ દૈવ ઇચ્છાથી આ તત્વશોધક ભૂમિતિની બાબતના વિચારમાં અને તે સંબંધી આંકડાઓ ગણવામાં એટલો બધો તો મશગુલ થઈ ગયો હતો કે શત્રુએ તેને બક્ષેલાં અભયનો આશ્રય લેવાને પણ એને પુરસદ ન હતી. એક પ્રસંગે એવું બન્યું કે સાઇરાકયુસના રાજા હાયરોએ કોઈ સોનીને જ્યુપીટર દેવતાને અર્પણ કરવા સારૂ એક સુંદર મુગટ બનાવવાને ચોખ્ખુ સોનું આપ્યું. તેનો સારો શોભીતો નકસીદાર મુગટ બનાવી તે સોનીએ રાજાને નજર કર્યો. મુગટ એકંદરે એવો સારો બન્યો હતો કે રાજાને તે બધી રીતે પસંદ પડયો. જેટલું સોનું આપ્યું હતું તેટલો વજનમાં બરાબર ઉતર્યો. પરંતુ એમાં કંઈક બીજી ધાતુ નાંખી માંહેથી થોડું

સોનું તે સોની ખાઇ ગયો હશે એમ એ રાજાને વહેમ પડયો. એણે આર્કિમિડીસને બોલાવી મુગટ તેના હાથમાં આપ્યો તથા સોનીએ એમાં કાંઈ દગો કર્યો છે કે નહીં એ શોધી કા'ડવાનું કામ આર્કિમિડીસને સોંપ્યું. આ ઠેકાણે આપણે જણાવવું જોઇએ કે રાજા હાયરો એક જુલમગાર અને ત્રાસદાયક રાજકર્તા હતો. પોતાની મરજી પ્રમાણે ન કરી શકનારને તે ભારેમાં ભારે શિક્ષા કરવા ચૂકતો નહીં. તેથી જ્યારે રાજાએ તેને આ કામ સોંપ્યું ત્યારે આર્કિમિડીસની ગભરામણનો પાર રહ્યો નહીં. કારણ કે રાજાને પસંદ પડેલો મુગટ ગાળી નાંખ્યા વિનાજ તેમાં ભેગ છે કે કેમ તે શોધી કા'ડવાનું હતું.

આર્કિમિડીસ રાત દહાડો તેનોજ વિચાર કર્યા કરતો હતો. એવું બન્યું કે એક દિવસ વિચારમાં ને વિચારમાં એક વીસીમાં ન્હાવાની ઓરડીમાં એ ન્હાવા ગયો. પાણીનું મોટું ટબ ભરેલું હતું તેમાં જેવો પડયો એટલે તરત થોડું પાણી બહાર ઢળી ગયું અને પોતાનું શરીર પાણીમાં થોડું હલકું લાગવા માંડયું. એકદમ એને રાજાના સવાલનું સમાધાન કેમ કરવું તે મનમાં સૂઝી આવ્યું અને તેના હર્ષમાં ને હર્ષમાં નાગો નાગો બહાર નીકળી પડયો અને મોટેથી 'યુરેકા' 'યુરેકા' (મેં એ શોધી કહાડયું) એમ બોલતો બોલતો ઘર તરફ દોડયો. પછી એણે પેલા મુગટના જેટલા વજનનો એક સોનાનો અને એક રુપાનો એમ બે ગઠ્ઠા લીધા; તથા પાણીથી ભરેલા વાસણમાં પહેલાં પેલા સોનાના ગઠ્ઠાને, પછી પેલા મુગટને અને છેલ્લે પેલા રુપાના ગઠ્ઠાને જોખી જોયા. એમ કરવામાં ચોખ્ખા સોનાના ગઠ્ઠાનું બહાર હવામાં જેટલું વજન થયું હતું તેનાથી પાણીમાં $\frac{1}{19}$ જેટલું વજન ઓછું

થયું, પણ મુગટ તેા બહારના વજન કરતાં પાણીમાં ૧/૧૯ કરતાં પણ વધારે ઓછો થયેા, અને રૂપાનેા ગઠ્ઠો ૧/૧૪ જેટલેા ઓછો થયેા. તે પરથી એણે નક્કી કર્યું કે જો ચેાખ્ખા સેાનાનેા મુગટ હેાય તેા તે પણ ૧/૧૯ જેટલેાજ વજનમાં ઓછો થવેા જોઈએ પણ તેનું વજન પાણીમાં વધારે ઘટે છે તેથી રૂપાનેા ભેગ છે એમ સાબીત થાય છે.

એકજ પદાર્થનું બહાર હવામાં જેટલું વજન થાય છે તેના કરતાં પાણીમાં થેાડું ઓછું શા કારણથી થતું હશે? એવેા વિચાર સહજ ઉપજે છે. જ્યારે આપણે કેાઇ પણ ઘન પદાર્થને પ્રવાહી પદાર્થોમાં નાંખીએ છીએ ત્યારે તે ઘન પદાર્થ પર ચારે તરફથી દબાણ થાય છે એ દેખીતું છે. પણ તે બધા દબાણેા પરસ્પરનું બળ હણી નાખતાં નથી. ધારેા કે ચિત્ર ૩૮ માં બતાવ્યા પ્રમાણે એક ચાર સીધી બાજુવાળા ઘનને આપણે પાણીમાં નાંખીએ છીએ. अ અને ब બાજુપરનાં આડાં દબાણેા એક બીજાનું બળ હણી નાંખે છે કારણ કે તેઓ સરખી ઉંડાઇએ અને સામસામા છે; પણ इ અને क બાજુપરનાં નીચલાં અને ઉપલાં દબાણેા સરખાં નથી. इ બાજુપર એ બાજુથી પાણીની સપાટીની ઉંચાઇ જેટલા અને इ બાજુપર રહે એટલા પાણીનું નીચે તરફનું દબાણ છે જ્યારે क બાજૂપર क તળપર રહે એટલા અને એ બાજુથી પાણીની સપાટીની ઉંચાઈ જેની હેાય એટલા પાણીના વજન જેટલું ઉપર તરફનું દબાણ છે. તેથી આ ઘન પદાર્થને



ચિત્ર ૩૮ મું. પાણીમાં નાંખેલેા ઘન પદાર્થ.

એ બે દબાણો વચ્ચે જેટલો ફેર હોય તેટલા બળ વડે ઉંચે ઠેલવામાં આવે છે, અને આ ફેર તે દેખીતોજ क તળપર રહે એટલા અને कड એટલે ઘનની ઉંડાઇ જેટલા પાણીના વજન જેટલો-એટલે એ ઘને જે જગા રોકી છે તેટલી જગામાં જેટલું પાણી રહે તેના વજન જેટલો-ફેર હોવો જોઇએ. આ પરથી એક મોટો નિયમ આપણા હાથમાં આવ્યો અને તે એ કે પાણીમાં નાંખેલો કોઇ પણ પદાર્થ જેટલી જગા પોતે પાણીમાં રોકે છે તે જગામાં જેટલું પાણી રહી શકે તેટલા પાણીના વજન જેટલા બળથી ઉંચે ઠેલાય છે.

આમ છે તેથી જ્યારે એ પદાર્થને પાણીમાં જોખીએ છીએ ત્યારે બહાર હવામાં જેટલું એનું વજન થયું હોય છે તેના કરતાં, પોતે પાણીમાં જેટલી જગા રોકે તેટલી જગામાં જેટલું પાણી રહે તેટલા પાણીના વજન જેટલું ઓછું થવું સંભવે છે. કારણ કે એટલું વજન પેલા દબાણના ફેર સામે વપરાઈ જાય છે એમ કહીએ તો ચાલે.

ભરેલી ડોલનું પાણીમાં વજન.

દોહરા.

જળમાં ડૂબી ડોલ જ્યમ, સહજ, બળે ખેંચાય,
ત્યમ ડૂબેલો દૈન્યમાં, સઉથી સહજ તણાય. ૧
પણ જળમાંથી નીકળી, ડોલ ધરે નિજ ભાર;
દૈન્ય બ્હાર ત્યમ નીકળી, સઉ જન પણ કરનાર. ૨

પાછળ આપણે જોયું કે પાણીમાં પદાર્થનું વજન હોય તેનાથી ઘણું ઓછું લાગે છે. એજ પ્રમાણે ભરેલી ડોલનું આપણને પાણીમાં બહુ થોડું વજન લાગે છે. એનું કારણ

આ પ્રમાણે છે. આપણી ડોલ જેવી પાણીની સપાટી પાસે જાય છે કે તરત તે માંહે બૂડી શક્તી નથી, કારણ કે હાલ જ્યાં સુધી ડોલ ઉપર છે ત્યાં સુધી માત્ર પાણીનું ઉપર તરફનું દબાણજ તેનાપર અસર કરે છે અને તેને ઉપર ઠેલી રાખે છે. અને તેથી તેને ડૂબાવવાને આપણે જોરથી આમતેમ આચકો મારીને ડોલને નાંખવી પડે છે. અર્થાત્-પાણીમાં રહેલા ઉપર તરફના દબાણના બલને એક પળવાર જીતી આપણી તામડી કે ડોલને બૂડાડીએ છીએ. જેવી તે ડૂબે છે કે તેમાં પાણી ભરાય છે અને પાણી ભરાયું કે તે પોતાની મેળેજ ડૂબવા માંડે છે. તે જ્યાં સુધી આપણે દોરડું મૂકયા જઇએ ત્યાં સૂધી નીચે જાય છે. કારણ કે જેવી તે ભરાઈ કે તે સીધી થવાની અને ઠેઠ ઉંચે સપાટી સુધીના પાણી સાથે તેમાં ભરાયલું પાણી સબંધવાળું હોવાથી, આપણા પ્રયોગમાં બતાવ્યા પ્રમાણે એ પાણી પેલી ચીમનીમાંના પાણીની પેઠે એટલું નીચે તરફનું દબાણ કરવાનું કે જેથી ડોલ કે તામડીની નીચે રહેલું પાણી ઉપલી તરફનું દબાણ કરતું હોય તેની બરોબર થાય. એટલે ડોલ માત્ર પોતાના ખાલી વજનને લીધે ગુરુત્વાકર્પણથી ખેંચાઈ નીચે જવાની. અને તેથી પાણીમાં જ્યારે આપણે તેને પાછી ઉંચે ખેંચીએ છીએ ત્યારે આપણે માત્ર તેના વજન જેટલું બળ કરી ખેંચવું જોઇએ. આપણે તે કરતાં પણ ઓછું બળ કરવું પડતું હોય એમ લાગે છે. એમ થવાનું કારણ આર્કિમિડિસની શોધપરથી સહજ સમજાયું હશે. પાણીથી ભરેલી તામડી કે ડોલને આપણા પાછલા પ્રયોગમાં વર્ણવેલો ઘન પદાર્થ ધારીએ. એટલે પાણી સહિત તામડીનું જે વજન હોય તેનાપર પાણીમાંના ચારે બાજુના દબાણોનું પરિણામ એ થવાનું કે આ

તામડી જેટલી જગા રોકે એટલી જગામાં જેટલું પાણી સમાય તેના જેટલું ઉપર તરફનું દબાણ હોવું જોઇએ. અર્થાત્ ડોલમાં માયલાં પાણીનું વજન તો આ ઉપર તરફના દબાણવડે ટેકવાય છે એટલુંજ નહિ પણ ડોલ કે તામડીની બાજુઓના પતરાં જે પાતળી જગ્યા રોકે છે તે જગ્યામાં રહે એટલા પાણીના વજન જેટલું વધારે ઉપર તરફના દબાણનું બળ હોય છે. અને આ બળ તામડી કે ડોલના વજનને પોતાની શક્તિના પ્રમાણમાં આધાર આપે છે. અને તેથી તેટલું વજન ડોલ કે તામડીનું ઓછું લાગે છે.

લાખવાળા સોનાના દાગીના.

દોહરો.

તુચ્છ મનુજ પણ કો સમે, કરે મહતનું તોલ;
પાણી પ્રકટ કરી દીયે, કનકભૂષણનું પોલ. ૧

સોનાના પોલા દાગીનામાં લાખ ભરવામાં આવે છે તે તો તમે જાણતા હશો. એવા લાખવાળા દાગીનાનું લાખ ભરેલી હોય તેમનેતેમ વજન કરવું હોય છે ત્યારે વ્યવહારમાં તે દાગીનાને કાંટામાં મૂકી દાગીનાવાળા તાજવાને પાણીમાં રાખી જોખવામાં આવે છે. એમ કરવાનું કારણ બુદ્ધિમાન વાંચનારને તો હવે સમજાયું હશે. લાખવાળો પોલો સોનાનો દાગીનો પોતાના કદ જેટલી જગા પાણીમાં રોકે છે અને તેથી તેનું (લાખ સહિત) બહાર હવામાં જે વજન હોય છે તેનાં કરતાં પાણીમાં તે દાગીનાનાં કદ જેટલી જગામાં જેટલું પાણી રહી શકે તેટલા પાણીના વજન જેટલું ઓછું થાય છે.

એ તો આપણે પ્રથમ સાબિત કરેલા નિયમ પ્રમાણે છે. હવે ધારો કે આ દાગીનામાં સોનાનું વજન ૪ તોલા છે અને લાખનું ૧ તોલો છે તથા એ દાગીનાના કદ જેટલાં પાણીનું વજન લગભગ ૧ તોલો છે તો બહાર હવામાં જે દાગીનો પાંચ તોલા થતો હોય તો અંદર પાણીમાં ચાર તોલા થાય એટલેકે બરોબર સોનાના વજન જેટલોજ થાય. અર્થાત્ એ પોલા દાગીનામાં ભરેલી લાખ જેનું કદ એ પોલા દાગીના જેટલુંજ લગભગ છે તેનું વજન અને તેટલાં કદનાં પાણીનું વજન લગભગ સરખું છે એમ તપાસથી શોધી કહાડવામાં આવ્યું હોય તો પછી આવા પોલા દાગીનાઓને પાણીમાં જોખવાથી પેલું લાખનું વજન (ઉપર જણાવેલા કારણથી) કપાઇ જાય અને જેટલું સોનું હોય તેનું ખરેખરું વજન દાગીનો ભાંગ્યા કે ગાળ્યા વગર મળે. અને વાસ્તવિક રીતે આમજ છે.



પાતાળ કૂવાઓ.

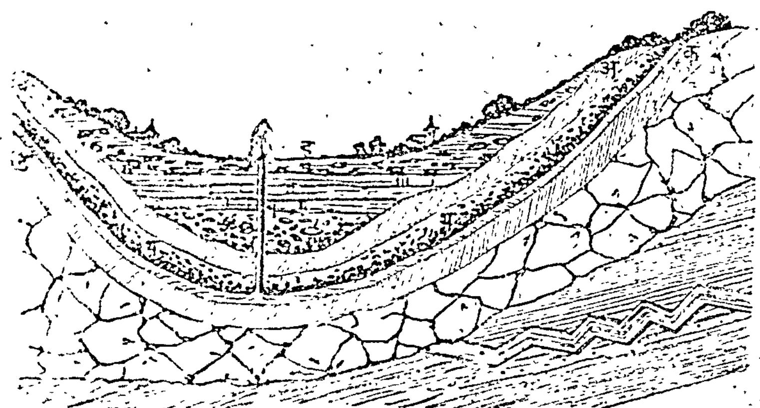
સોરઠો.

શું ન બને આ કાળ, માનવ મ્હેનત જો કરે;
પ્રયત્નથી પાતાળ, ફોડી અખુટ કૂવા કરે. ૧

વરસાદનું પાણી અને બરફ ગળવાથી થતું પાણી પૃથ્વીની સપાટીથી થોડે ઉંચે હોય છે તો તરત વહેવા માંડે છે, તથા આપણને નદી અને ઝરાના રૂપમાં દેખાય છે. પરંતુ બધું પાણી આ પ્રમાણે વહી જતું નથી. થોડું પૃથ્વીની અંદર પેંસે છે. અને તેનાં ભોંયમાંનાં ઝરણા બને છે. જ્યારે પાણીની જરૂર જણાય છે ત્યારે કૂવા ખોદી, એ પાણી પાછું આપણે કામમાં લઈ શકીએ છીએ. જ્યારે કૂવાને પાણી પૂરૂં પાડનારૂં ઝરણ જ્યાં કૂવો ખોદયો હોય છે તેનાથી બહુ ઉંચાણના કોઈ પ્રદેશમાંથી આવતું હોય છે ત્યારે, પાણી અંદરથી છૂટી જમીનની સપાટીથી પણ ઉંચે જવા યત્ન કરે છે. આવા જે કૂવાઓ નીકળી આવે છે તેને પાતાળ કૂવાઓ કહે છે. ચીનમાં અને ઈજીપ્તમાં ઘણા જૂના વખતમાં આવા કૂવાઓ ખોદાવતા હતા એમ જણાય છે. પરંતુ યૂરોપમાં તો આ જમાનામાંજ તેની જાણ પડી છે.

આ કૂવાઓની રચના સમજવા માટે એટલું ધ્યાનમાં રાખવું જરૂરનું છે કે પૃથ્વીનાં પડો બે જાતનાં હોય છે. રેતી ચાક વગેરે પદાર્થનું બનેલું એક જાતનું પડ, પાણીથી ભેદી શકાય એવું હોય છે, જ્યારે માટી વગેરેનું બીજી જાતનું પડ પાણીથી અભેદ્ય હોય છે. ધારો કે ह સ્થળની નીચે अत्र અને कड બે અભેદ્ય પડોની વચ્ચે એક ભેદ્ય પડ છે. વરસાદનું પાણી સપાટી આગળથી એકવાર આ પડમાં ઉતર્યું કે પછી બે બાજુપર ભેદી ન શકાય એવાં પડ હોવાથી

આમતેમ જઈ શકતું નથી અને એ પડના સૌથી નીચા ભાગમાં ભરાવાનું યત્ન કરે છે. આથી જ્યાં આ ભેદ્ય પડનો નીચાણ પડતો ભાગ આવેલો છે એવી જગાએ કોચવામાં આવે છે ત્યાં, પાણી સમતલ થવાના પોતાના સ્વભાને લીધે, એકદમ તે કાણાંવાટે ઉંચે ઉડે છે. અને જમીનની સપાટીથી ઘણે ઉંચે સુધી જાય છે..



ચિત્ર ૩૯ મું.-પાતાળ કૂવાનું ઝરણ.

પાતાળ કૂવાને પૂરૂં પાડનારાં ઝરણો ઘણી વખતે સાઠ સીત્તેર માઈલ જેટલે દૂરથી આવે છે. તેમની ઉંડાઈ જૂદે જૂદે ઠેકાણે જૂદી જૂદી હોય છે. એક જાણીતો સૌથી મોટો પાતાળ કૂવો છે તેની ઉંડાઈ ૧૮૦૦ ફીટ છે, અને તેમાંથી પાણી આવે છે તે ૨૭° જેટલું ગરમ હોય છે. જેમ પાણી વધારે ઉંડાણમાંથી આવે છે તેમ વધારે ગરમ હોય છે. આલજીર્યાનાં રણોમાં ઠેકાણે ઠેકાણે આવા પાતાળ કૂવાઓ કરવામા આવ્યા છે તેથી બધો ભાગ ફળદ્રૂપ થઈ ગયો છે.

કાગળનાં પૂતળાં નચાવવાનો ખેલ.

સોરઠો.

કરે કારમો નાચ, કાગળકેરાં પૂતળાં;
એ વિજળીનું સાચ, સમજો વિદ્યાના બળે. ૧

ઉપરના ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે બે જાડી ચોપડીઓપર ટેકવીને એક કાચના ચોરસ કકડાને મૂકો. ચોપડીઓ એવી જાડી પસંદ કરવી કે જેથી કાચ ટેબલથી એક ઈંચ ઉંચો રહે. ચીકણા રૂપેરી કાગળમાંથી તમારી મરજીમાં આવે એવા આસરે પોણાં ઈંચ જેવડા પૂતળાં કાપી કા'ડો. માણસની બૈરાંની, છોકરાંઓની, કે જનાવરની ગમે તેની આકૃતિઓ કાપી કા'ડશો તોપણ ચાલશે. કાગળ રંગીન હશે તો પ્રયોગ વધારેઆનંદકારક લાગશે.



ચિત્ર ૪૦ મું. કાગળનાં પૂતળાંપર વિજળીનો પ્રયોગ.

હવે આ કાગળનાં પૂતળાંઓને હારદોર પેલા કાચની નીચે ટેબલપર મૂકો, અને કાચના ચોરસાને એક રેશમી

રૂમાલવતી સારી પેઠે ઘસો. થોડીવારમાં આ પૂતળાંઓ કાચની નીચેથી નીકળી ઉંચે ઉડવા માંડશે. તરત નીચે પડશે ને પાછાં ઊડશે એમ કેટલીકવાર થયા કરશે. કેટલોક વખત એમ થયા પછી તો માત્ર તમારા હાથના સ્પર્શથી ઉડાઉડ શરૂ થશે અને તમે હાથ આઘો લઇ લેશો તો પણ ચાલુ રહેશે.

બાજીગરો આવા તમાસા સેંકડો વખત બતાવી લોકોને વ્યામોહ પમાડે છે. તે વખતે દરેક જોનારને એ બાબતમાં શું ગુહ્ય રહેલું છે તે જાણવાની સ્વાભાવિક જીજ્ઞાસા થાય છે.

કાચપર રેશમી રૂમાલવડે ઘસવાથી આપણે એક પ્રકારની વિજળી પેદા કરીએ છીએ. અને વિજળીનો એવો ગુણ છે કે બીજા પદાર્થોને તે આકર્ષે છે અથવા પોતાનાથી દૂર કાઢે છે. ઘસવાથી વિજળી કેમ પેદા થાય છે અને આકર્ષણ અને પ્રતિહનન શા નિયમથી થાય છે તે આપણે આગળ 'વિજળી'ના વિષયમાં જોઇશું. આ ઠેકાણે એટલું જણાવવું બસ થશે કે એ નિયમથી કાગળનાં પૂતળાંઓનું આકર્ષણ અને પ્રતિહનન થાય છે, અને તેથી પૂતળાંઓ ઉડતાં અને પડતાં એટલે નાચતાં લાગે છે.

આ ખેલ પૂર્ણ ફતેહમંદીથી કરવા માટે કાચ તથા રૂમાલ બીલકુલ કોરા (સૂકા) હોવા જોઇએ. તેઓ સૂકા છે એ ખાત્રી કરવા સારૂ તેમને પહેલાથી જરા જરા ગરમ કર્યા હોય તો બસ. વળી જો ટેબલને પણ જરા ગરમી આપી હોય છે તો બહુજ સારો અને ચોક્કસ દેખાવ જોવા મળે છે. વળી રૂમાલ પણ સૂતરાઉ ન રાખતાં રેશમી લીધો હોય છે તો પ્રયોગ સફળ થવાની વધારે આશા રહે છે.



વિજળી.

શાર્દૂલવિક્રીડિત છંદ.

છે જેવો ચમકાર વિજળી તણો, તેવો ચમત્કાર છે;
તજસ્વી તણું તેજ જેવું વિલસે તેવો મહાસાર છે;
યંત્રોને ગતિમાન દૂરથી કરે, કામો કરે કારમાં;
સંદેશા દૂર દેશથી પળવિષે પોં'ચાડી દે તારમાં. ૧

જે મહાશક્તિના બળથી આકાશમાં સુંદર ચકચકતું અજવાળું થઇને કાનના પડદા ફાડી નાંખે એવો મો'ટો ગડગડાટ થાય છે, તથા જેને લીધે મો'ટા મો'ટા ઝાડો જમીનદોસ્ત થઈ જાય છે અને મો'ટી મો'ટી હવેલીઓના કકડા થઈ જડમૂળથી ઉખડી જાય છે તે મહાશક્તિનું નામ વિજળી છે.

વિજળી ઉત્પન્ન કરવાનાં ઘણાં સાધનો છે તેમાં ઘર્ષણ અથવા ઘસવું એ મુખ્ય સાધન છે. અંધારામાં સૂકા રેશમી કપડાપર જોરથી હાથ ઘસીએ છીએ તો તડતડ થાય છે, તથા વેગથી વાતા પવન અને વાદળાંનાં અથડાવાથી આકાશમાં ઝળકારો થાય છે. એ સર્વનું કારણ વિજળી છે. પરંતુ ધ્યાનમાં રાખજો કે તતડીયાની પેઠે થોડો અથવા આકાશમાં થતા ઝળકારા જેવો ઘણો પ્રકાશ આપવો એટલોજ કંઈ વિજળીનો ગુણ નથી. વિજળી સંબંધે બધું શીખનારને તેના બીજા ગુણોની ખબર પડે છે, તેમજ વિજળી માણસને કેટલી બધી ઉપયોગમાં આવે છે તે સુદ્ધાં જાણવામાં આવે છે.

વિદ્વાનોએ વિજળીનું પાકું જ્ઞાન મેળવી તેને એવી તો પોતાના તાબામાં લીધી છે કે તેવડે સામાન્ય રીતે મગજમાં પણ ન આવે એવાં કાર્યો કરાવે છે. વિજળીથી દારૂ સળગા-

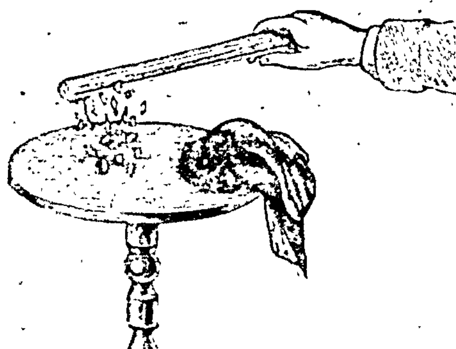
થાય છે અને સુરંગો ફોડી રસ્તા પાડી શકાય છે. એક ગામથી બીજે ગામ ગમે તેટલે દૂર તારવડે જે સંદેશાઓ પહોંચાડવામાં આવે છે તે પણ વિજળીથીજ થાય છે. વિજળીના દીવા કરાય છે; અને આગગાડી, ઘડીઆળ વગેરે જૂદા જૂદાં યંત્રોને વિજળીથી ગતિ આપવામાં આવે છે.

વિજળીના ગુણ જાણવામાં આવ્યાથી માણસોને ઘણા ઘણા લાભો થયા છે તે બધા આ ઠેકાણે વર્ણવવા બેશીએ તો બહુ વિસ્તાર થઈ જાય. માટે પ્રથમ તો માત્ર એક જાણવા જેવી બાબતપર વાંચનારનું ધ્યાન ખેંચીએ છીએ. વિજળી ઘરો અને ઇમારતોપર કોઈ કોઈ વાર પડી તેમનો નાશ કરી નાંખે છે એ તો તમારી જાણ બહાર નહિ હોય. આ હાડમારીથી બચવાને વિજળીનું જ્ઞાન ધરાવનારા વિદ્વાનોએ એક યુક્તિ શોધી કા'ડી છે. ધાતુના પદાર્થોમાંવીજળી ટકી ન રહેતાં એકદમ નીચે પૃથ્વીમાં ઉતરી જાય છે. વિદ્યાના શોધથી આ બાબત જાણવામાં આવી કે તેનો ઉપયોગ કરી વિદ્વાનોએ નીચે પ્રમાણે યુક્તિ રચી છે. તાંબાનો એક જાડો તાર અથવા સળીઓ ભોંયમાં ઉંડો દાટી ત્યાંથી ઇમારતને લાગુ કરી છેક ઉંચામાં ઉંચા ભાગ સુધી લઇ જઇ તેનાથી પણ સહજ ઉંચો રાખવામાં આવે છે. આમ કરવાથી ઇમારત કરતાં ઉંચો તાર ઇમારતપર પડતી વિજળીને પહેલવહેલો પોતાની તરફ આકર્ષે છે અને તે તારવાટે વીજળી ભોંયમાં ઉતરી જાય છે. આ રીતે ઇમારતને બિલકુલ નુકસાન થતું નથી. વિજળીની જબરી શક્તિ છતાં ના'નો સરખો તાંબાનો તાર તેને એક બાજુએ ખેંચી જઇ મો'ટી ઇમારતને બચાવે છે એ કેટલું ચમત્કારી છે?! વિદ્યાનાં જ્ઞાનથી માણસનું કેવું રક્ષણ થાય છે તેનો વિચાર કરો!

આવી ચમત્કારી વિજળીના ગુણો જાણવાને આપણે સહેલા સહેલા પ્રયોગો કરીએ. એક કાચના સળીઆને થોડા ગરમ કોરા રેશમથી જોશભેર ઘસો. આમ કરવાથી તેમાં વિજળી ઉત્પન્ન થાય છે; અને તેની પાસે જો કોઇ હલકો બારીક પદાર્થ ધરશો તો તે ઉડીને તેને વળગશે. આ કાર્યને આકર્ષણનું કાર્ય કહે છે. એજ પ્રમાણે લાખની લાકડીને કરશો તો પણ થઇ શકશે. આ પ્રયોગ ઘણો સહેલો છે. અને તમે પોતાની મેળે પણ કરી શકશો.

પરંતુ ઘસેલા કાચના સળીઆને લટકાવી તેની પાસે બીજો ઘસેલો કાચનો સળીઓ ધરો. આ વખતે ઉપર જણાવેલું આકર્ષણ ન થતાં એક સળીઓ બીજાની તરફ ખેંચાવાને બદલે તેઓ એકબીજાથી દૂર થવા યત્ન કરે છે, અને પેલો લટકાવેલો પાછો ખસી જાય છે. જો એક લાખના કકડાને આ પ્રમાણે ઘસીને લટકાવશો અને બીજા લાખના કકડાને એજ પ્રમાણે ઘસીને ધરશો તો તે પણ એકબીજાથી પાછા હઠશે. આમ થવાનું કારણ શું હશે એ કંઇ તમારા ધ્યાનમાં આવે છે? આનું કારણ એવું છે કે ઘર્ષણથી વિજળી ઉત્પન્ન થઇ છે પણ બન્નેમાં તે એકજ જાતની હોવાથી એક બીજાથી પાછી હઠે છે. આપરથી એમ ધારશો નહિ કે જેમાં વિજળી ઉત્પન્ન થયેલી હોય એવા બે પદાર્થો હમેશાં એક બીજાથી પાછા રહે છે. અનુભવથી માલમ પડયું છે કે વિજળી બે પ્રકારની છે. અને તેની અસર એવી છે કે એકજ પ્રકારની વિજળી જો બે પદાર્થોમાં હોય છે તો તેઓ એક બીજાથી પાછા હઠે છે, પણ જો તેમાં જૂદી જૂદી જાતની વિજળી હોય છે તો તેઓ પરસ્પરને આકર્ષે છે. આ બાબતનો વધારે પૂરાવો જોઇતો હોય તો નીચેનો સ્હેલો પ્રયોગ કરી જૂઓ.

મેજપર કાગળના થોડા નાના કકડાઓ મૂકો, કાચના સળિઆના એક છેડાને ઘસો, ઘસેલા છેડાને એ કકડાઓ પાસે ધરો, ઘસાયલો છેડો જેવો તેમની તરફ ધરો છો કે તરત ચિત્ર ૪૧ માં જણાય છે તે પ્રમાણે કાગળના કકડાઓ ઉંચે ઊડે છે, પણ જેવા તેઓ સળીઆને અડકે છે કે તરત પાછા પડે છે. પ્રથમ જે આકર્ષણ દેખાયું તે લોહચુંબકની બાબતમાં થાય છે તેવુંજ છે. એટલે લોહચુંબક ધર્મ વગરના પદાર્થમાં લોહચુંબક પોતાના પ્રાન્તથી વિરુદ્ધ પ્રાન્તનો ધર્મ આપે છે અને તેથી આકર્ષણ થાય છે. એજ પ્રમાણે કાગળના કકડાના છેડાઓમાં સળીઆવડે વિજળી ઉત્પન્ન થાય છે; અને તે કાચના સળીઆના છેડાથી જૂદી જાતની હોવાથી કાગળના કકડાઓ તેની તરફ આકર્ષાય છે. પરંતુ અડકતાં વારને તેમાં એકસરખી વિજળી પેદા થતી હોવી જોઇએ અને તેથી સળીઆથી તેઓ પાછા પડતા હોવા જોઇએ. વિદ્યાથી ઠર્યું છે કે એમજ છે.



ચિત્ર ૪૧ મું.—કાગળના કકડાપર વિજળીનો પ્રયોગ.

વળી કાચના સળીઆના નહિ ઘસેલા છેડાને કાગળના કકડાઓ પાસે ધરશો તો કંઈ અસર થશે નહિ. આથી એમ જણાય છે કે કાચના માત્ર ઘસાયલા ભાગમાંજ વિજળી પેદા થાય છે. તેની આગળ તે શક્તિ પેદા થતી નથી; તેમજ જે ભાગમાં પેદા થઈ તે ભાગથી અગાડીના ભાગમાં પ્રસરતી નથી. આથી

કાચ વિજળીનો અવાહક કહેવાય છે. કાચના આ ગુણને લીધે એક પદાર્થમાં ઉત્પન્ન થતી વિજળી તે પદાર્થને અડકીને રહેલા બીજા પદાર્થનાં કે જમીનમાં જતી ન રહે તેટલા સારૂ વચ્ચે કાચનો પદાર્થ રાખવામાં આવે છે. આ રીતે કાચ જ્યારે વિજળીને બીજા પદાર્થમાં વહી જતી અટકાવે છે ત્યારે તે વિશ્લેષક કહેવાય છે. બીજા પદાર્થો જેવા કે ધાતુઓ મનુષ્યના શરીર ઈત્યાદિ વાહક કહેવાય છે, કારણ કે એ પદાર્થોમાં જ્યારે એક ભાગમાં વિજળી પેદા કરવામાં આવે છે ત્યારે તે પોતાની મેળે આખા પદાર્થમાં ફેલાઈ જાય છે. બધા પદાર્થોમાં હરકોઈ વ્યાપારથી વિજળી ઉત્પન્ન થાય છે. પરંતુ તેને પોતાનામાં રોકી રાખવાની બધા પદાર્થોમાં શક્તિ હોતી નથી. એ શક્તિ કાચ, લાખ, રેશમ ઉન વગેરે કેટલાક પદાર્થોમાં હોય છે. તેઓમાં તે શક્તિ ઘણા વખત સુધી રહે છે. ધાતુ પ્રવાહી પદાર્થ, વરાળ, અને માણસ તથા જનાવરોનાં શરીર વગેરે પદાર્થમાંથી વિજળી ટકી ન રહેતાં તે વાટે ઉતાવળે પૃથ્વીમાં ઉતરી જાય છે.

આમ છે તેથી વિજળીના ચમત્કાર જોવાને માટે એવા પદાર્થો લેવા જોઇએ કે જેમાં તે તેવીને તેવીજ રહી શકતી હોય. જે પદાર્થોમાં તે રહી શકતી નથી તેમાં પણ તે ઉત્પન્ન થાય છે; તે બાબતની ખાત્રી કરવા માટે તથા તેવડે વિજળીને લગતા પ્રયોગો કરવા માટે વિદ્વાનોએ યુક્તિ શોધી કહાડી છે. તે એ કે, જે પદાર્થોમાં વિજળી ટકી શકે છે તે પદાર્થોપર પેલા પદાર્થને રાખવાથી તેમાંની વિજળીના ચમત્કાર જોઈ શકાય છે.

વિજળી ઘર્ષણથી ઉત્પન્ન થાય છે એમ આપણે ઉપર જણાવી ગયા છીએ. વળી રસાયન વ્યાપારમાં અને ઉષ્ણતાના

વ્યાપારમાં જૂદી જૂદી રચનાવાળા બે પદાર્થોને પરસ્પર જોડવાથી પણ તે ઉત્પન્ન થાય છે. દાખલા તરીકે કાચના પાત્રમાં પાણી અને ગંધકનો તેજાબ રેડી તેમાં એકમેક જસતનું પત્રું અને બીજીમેર તાંબાનું પત્રું મૂકવું અને તે પત્રાંને તાંબાના બે તાર વતી જોડવા એટલે તાંબાના પત્રામાંથી હજારો પરપોટા નીકળશે. એ પરપોટાના વાયુને એક વાસણમાં ભેગો કરી દીવાની પાસે લઇ જઇશું તો તે તુરત સળગશે. તેમજ બે પત્રાને જોડનારો તાર ઉત્તર દક્ષિણ રાખી તેની નીચે લોહચુંબક મૂકશો તો તે ઉત્તર દક્ષિણ ન રહેતાં પૂર્વ પાશ્ચમ ભણી વળશે, અને પત્રાપરથી તાર ખસેડી લેશો તો તે અગાઉની પેઠે ઉત્તર દક્ષિણ રહેશે. આમ થવાનું કારણ તેમાં ઉત્પન્ન થતી વિજળીની અસર છે એ કહેવાની આવશ્યકતા નથી.

આ'વીને આ'વી રાસાયનિક રીતોથી વિજળી ઉત્પન્ન કરવાના પણ પુષ્કળ પ્રકાર છે. પણ આ ઠેકાણે ઘણું લંબાણ થઇ જાય તેથી બીજા આપી શકતા નથી.

વિજળી સ્વાભાવિક રીતે પણ કેટલાંક પ્રાણીઓનાં શરીરોમાં ઉત્પન્ન થાય છે. સમુદ્રમાંની ઇલ જાતની માછલીના શરીરમાં સ્વાભાવિક વિજળી ઉત્પન્ન થાય છે, તેથી તે માછલીને કોઇ અડકે છે તો તેને મો'ટો આચકો લાગે છે. દરિયામાં બીજી પણ એક ટોરપેડો નામની માછલી થાય છે. જેના શરીરમાં સ્વાભાવિક વિજળી ઉત્પન્ન થાય છે.

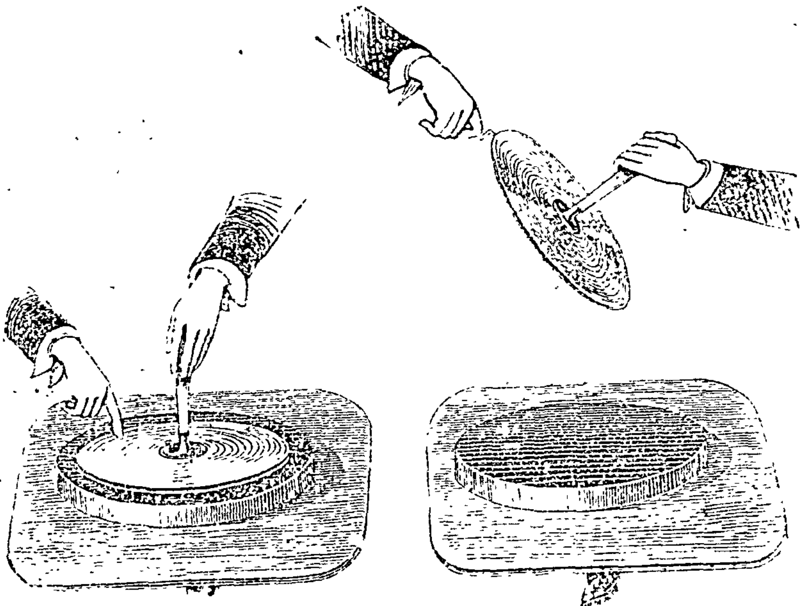


વોલ્ટાનું વિદ્યુજ્જનક યંત્ર.

ગીતિ.

શ્રમ કરતાં જ્યમ ઉદ્યમ, આકર્ષણ સહ પ્રકાશ ઉપજાવે;
ત્યમ ઘર્ષણથી વિજળી, આકર્ષણ સહ પ્રકાશ ઉપજાવે. ૧

વિજળીના આકર્ષણ અને પ્રતિહનનના નિયમો આપણે જાણ્યા, તથા તે વડે થતા ચમત્કારી ખેલો પણ જોયા. હવે એ વિજળીને સાક્ષાત્ જોવાની સહજ જીજ્ઞાસા થાય છે. વોલ્ટા નામના વિદ્વાને વિજળી કેવી રીતે ઉત્પન્ન કરી હતી તેનું વર્ણન કરીએ.



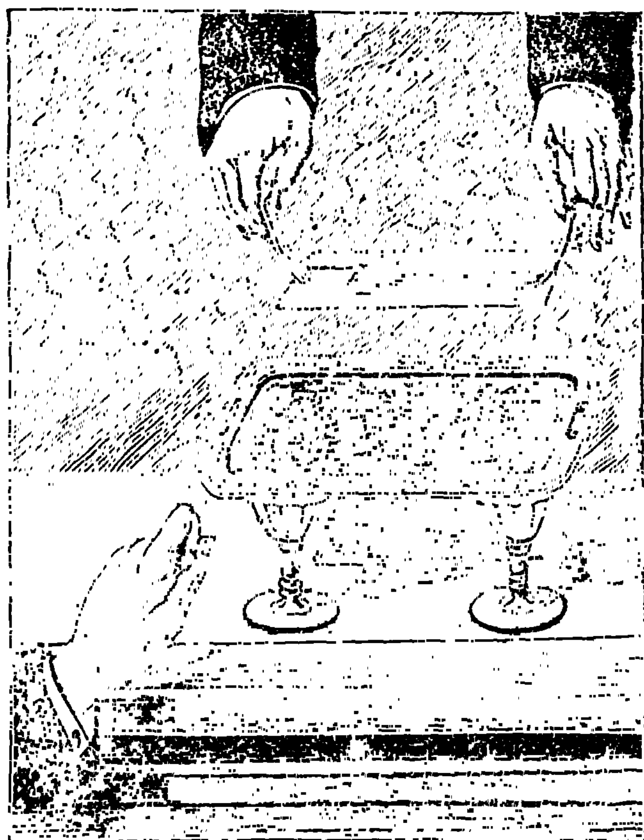
ચિત્ર ૪૨ મું–વોલ્ટાનું વિદ્યુજ્જનક યંત્ર.

ચિત્ર ૪૨ માં બતાવ્યા મુજબ એક લાકડાના ગોળ બીબાંને અંદરથી કલઇનું અસ્તર આપી તેમાં એક ઇંચ જાડા

અને બાર ઇંચ વ્યાસના રાળના ગોળ ચકતાને બેસાડવામાં આવેલો હોય છે. વળી નીચેથી કલઇ કરેલી અને કાચના વિશ્લેષક હાથાવાળી બીજી એક સહજ ના'ની લાકડાની ચકતી હોય છે. આ ઉપકરણનો ઉપયોગ નીચે પ્રમાણે કરવામાં આવે છે. ઉપકરણના સર્વ ભાગો સારી પઠેમ ઉના કરીને પેલા રાળના ચકતાને બિલાડીના ચામડાવતી ખૂબ સપાટાથી લુછવામાં આવે છે; તેથી તેમાં એક જાતની વિજળી પેદા થાય છે, જેને વિદ્વાનો ઋણવિદ્યુત્ (Negative Electricity) કહે છે. પછી ચિત્ર ૪૨માં બતાવ્યા પ્રમાણે પેલી હાથવાળી લાકડાની ચકતીને તેનાપર મૂકવામાં આવે છે. રાળમાંની ઋણવિદ્યુત્ પેલી ચકતીમાંની ધનવિદ્યુત્ (Positive Electricity) ને આકર્ષે છે અને નીચે ખેંચે છે, તથા ઋણનું પ્રતિહનન કરી તેને ઊંચે કા'ડે છે તેથી જો ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે કાચના હાથાવાળી ચકતીને ઉંચી લઇ તેના ઉપલા તળ પાસે આંગળી ધરીએ છીએ તો તરત વિજળીનો તનખો તેમાંથી નીકળે છે. વળી પાછી એ ચકતીને પેલા રાળના ચકતાપર મૂકી એ પ્રમાણે ફરીથી કરશો તો વિજળીનો તનખો પૂરીથી દેખાશે. આ ઉપકરણને વિદ્યુર્જ્જનક યંત્ર કહેવામાં આવે છે. ઇંગ્રેજીમાં એને ઇલેક્ટ્રોફોરસ (Electrophorus) કહે છે.

જેમને આ પ્રયોગ પોતાની મેળે કરી જોવાની ઇચ્છા હોય તેમને એનાથી પણ સ્હેલો અને ગૃહોપયોગી સામાન્ય ચીજો વડે બનતો એક પ્રયોગ બતાવીએ. અને આ રીતે જ્યારે જે જ્ઞાન પાઠશાળાઓમાં કીમતી ઉપકરણો વડે મળે છે તે જ્ઞાન આ સામાન્ય ચીજોથી પણ મળી શકે છે એમ સાબીત થઇ શકે છે ત્યારે શરૂઆતમાં આપણે જણાવ્યું છે તે યથાર્થ છે એમ કોઇને કહ્યા વિના ચાલશે નહિ.

એક સાધારણ લોઢાના પત્રાંની આસરે એકાદ ફુટ લાંબી રંગેલી પાનની રકાબી લઈ તેનાપર રહે એવો એક જાડા કાગળનો કકડો કાપી કા'ડો. તથા ચિત્ર ૪૩ માં



ચિત્ર ૪૩ મું. સાદું વિદ્યુજ્જનક યંત્ર.

બતાવ્યા પ્રમાણે એ કાગળના કકડાની બે બાજુપર એક એક પટી કાગળની ચો'ડો કે જે હાથા તરીકે ઉંચકમૂક કરવા કામ લાગે. કાચ વિજળીનો અવાહક હોવાથી કાચના બે પ્યાલાની ઉપર રકાબીને મૂકો.

પ્રથમતો આ જાડા કાગળને દીવા કે દેવતા આગળ ધરીને સારી પેઠે ગરમ કરી કોરો કરી નાંખવો જોઈએ. આ થઇ રહ્યું કે લાકડાના મેજપર તેને મૂકી મજબૂત અને કપડાં સાફ કરવાનાં કોરા બ્રશવડે તેનાપર ખૂબ જોરથી અને સપાટાથી ઘસો. પછી કાગળને રકાબીપર મૂકો. અંગુઠાની પાસેની આંગળીને વાળી તેથી થતો ઢેકો રકાબીને અડકાડો, અને પેલા હાથાવતી કાગળને ઉંચો કરી લો. તરત વિજળીનો તનખો તમારી આંગળીના ઢેકા આગળ નીકળશે. ફરીથી કાગળને રકાબીમાં મૂકી આંગળીનો ઢેકો પાસે લઇ જશો ને કાગળને ઊંચો કરી લેશો તો પહેલાની પેઠેજ વિજળીનો તનખો નીકળશે. આ પ્રમાણે પાંચ છ વખત થઇ શકશે.



રંગ.

ચોપાઇ.

સંપ સજો તો ઉજળાં કામ,-કરશો અંતરમાં ધરી હામ;
સર્વ રંગ સંપીને મળ્યા, તો તે સઉ ઉજ્વળતા રળ્યા. ૧.

જૂદી જૂદી જાતના રંગો તો તમે ઘણીવાર જોયા છે પરંતુ તેમાં કેટલા રંગો મુખ્ય છે અને કેટલાએક બીજાના સંમિશ્રણથી (ભેળસેળથી) બનાવવામાં આવે છે એ ભાગ્યેજ કોઇના જાણવામાં હશે. વળી આકાશ અને પૃથ્વીમાં જૂદી જૂદી વસ્તુઓના ભાતભાતના રંગથી ઠેકાણે ઠેકાણે કેવા સુંદર દેખાવો દેખાય છે તે જેણે જોયા હશે તેને આ રંગ સંબંધી જ્ઞાન આનંદજનક થયા વિના રહેશે નહિ.

રોશની કરવાને ટાંગવામાં આવતા મો'ટા મો'ટા કાચના ઝુમરો (ઝાડો) ને લોલકો અથવા બિલોર અથવા ના'ના છોકરાઓ જેને હીરા કહે કહે છે તે ટાંગેલા હોય છે. તેને ત્રણ બાજુ હોય છે. અને તેઓ સાદા ધોળા કાચના બનાવેલા હોય છે. એવા હીરાના એક ખૂણામાંથી અંદર જોતાં લાલ લીલા પીળા વિવિધ રંગો દેખાય છે. ઘણા બાળકો આ ખૂણામાંથી જણતાં રંગો જોઇને આનંદ પામ્યાં છે અને તમારામાંનાં પણ ઘણાંએ ના'નપણમાં એવા હીરામાંથી જૂદા જૂદા સાત રંગો જોવામાં ઘણીવાર મજા માની હશે. ત્યારે તમારા મનમાં જીજ્ઞાસા તો ઉત્પન્ન થઈ હશે કે આવા સાદા કાચમાંથી વિધવિધ રંગો કેમ જણાતા હશે? પરંતુ તમે પૂછો કો'ને? અને પૂછો તો પણ કોણ તેનું સમાધાન આપી શકે? વિદ્યાના વિષયોનું જ્ઞાન જો તમારી આજુબાજુના મો'ટા પુરુષોમાં હોત તો તમને ના'નપણમાંજ આ જ્ઞાન આપત

અને આવી તમારી બાળ-રમતમાં મળેલું જ્ઞાન તમારા મનમાં કેવું સરસ સજ્જડ થઈ જઇ મો'ટપણે ઉપયોગી થઈ પડત!

હશે, એમ બનવાનું કારણ આપણે હમણા જોઈશું. પરંતુ તે પેહેલાં સર આઇઝેક ન્યૂટને એ પ્રયોગ જેવી રીતે કરી જોયો હતો તેવી રીતે આપણે કરી જોઈએ. બારી બારણાં ઘણાં ખરાં બંધ રાખી એકાદ ફ્રાટમાંથી સૂર્યનો તડકો આવવા દો. તડકાના માર્ગમાં વચ્ચે આડો એક જાડો કાગળનો કકડો ધરો. હમણાં એનાપર માત્ર સફેદ તડકો પડતો જણાય છે. એજ તડકાના માર્ગમાં એકાદ ઠેકાણે પેલા લોલકને સીધો ધરો. હવે તમે જો પેલા જાડા કાગળને સહજ ઉંચો કરશો તો તેનાપર ઘણાજ ખુબસુરત રંગોની એક સુંદર હાર જણાશે.

આ ખુબસુરત રંગોની હાર પ્રથમ જે સૂર્યનો પ્રકાશ બારોબર જાડા કાગળપર પડતો હતો તેનો કંઈક પરિણામ છે એ તો તમારા લક્ષમાં આવ્યું હશે. પ્રથમ જે સફેદ પ્રકાશ જણાતો હતો તેનુંજ ખરૂં કહીએ તો એક પ્રકારનું પૃથક્કરણ થયું છે. એ સફેદ પ્રકાશ પેલા ખુબસુરત રંગોની હારનોજ બનેલો છે. એ બધા જૂદા જૂદા રંગનું સંમિશ્રણ તેજ સફેદ રંગ છે. જૂદા જૂદા રંગનાં જૂદાં જૂદાં કિરણો સૂર્યના પ્રકાશમાં છે, તે નરી આંખે આપણને પ્રત્યક્ષ દેખાતા નથી. પણ તે દરેકની વક્રીભવન પામવાની એટલે એક મધ્યસ્થ પદાર્થમાંથી બીજામાં પેસતાં ઓછો વત્તો વાંકો રસ્તો લેવાની ટેવ હોય છે. અને તેથી એ બધાં જૂદાં જૂદાં રંગનાં કિરણો પેલા લોલકના ખુણામાંથી જતાં વત્તુ ઓછું વક્રીભવન પામે છે અને એક બીજાની પાસે પાસે હારબંધ ખુબસુંદરતાથી ગોઠવાયલા નજરે પડે છે. તમે સૂર્યના પ્રકાશ અને તેનાં

કિરણોને આટલા દિવસ સુધી સાદા અને અસંયુક્ત ધારતા હતા. પરંતુ આ પ્રયોગથી તમારી ખાત્રી થઇ હશે કે સૂર્યનું ધોળું દેખાતું અજવાળું અને તેનું પ્રત્યેક કિરણ આ પ્રમાણે સુંદર રંગોનું બનેલું છે, અને આ નાના સરખા કાચના કકડામાં તેમને જૂદા પાડી બતાવવાની અજાયબ જેવી શક્તિ રહેલી છે.

તમે કદાચ પૂછશો કે એમાંથી કેટલા જૂદા જૂદા રંગો જણાય છે? સાધારણ રીતે તો સૂર્યના આ બિલોરગત દેખાવમાં સાત રંગો છે એમ કહેવાય છે, પરંતુ બરાબર બારીક નજરથી જોનારને તરત જણાય છે કે એક રંગ બીજામાં ધીમે ધીમે ભળી જાય છે અને તેથી દરેક ઠેકાણે એટલી બધી જૂદી જૂદી રંગની છાયાઓ થાય છે કે તે બધી તો ગણી પણ શકાય નહિ એટલી છે. જુઓ લીલા અને આસમાનીની વચ્ચે આ એક એવો રંગ છે કે તેને બેમાંથી એકે નામ આપી શકાય નહિ. તેજ પ્રમાણે નારંગી રંગ પીળા અને લાલનો મધ્યસ્થ છે. અને જો કે આને એક જૂદા રંગ તરીકે આપણે ગણીશું તોપણ એવાજ બીજા વચલા રંગોને માટે ભાષામાં અને વ્યવહારમાં જૂદા નામો પણ નથી. આ પ્રમાણે ખરૂં જોતાં અસંખ્ય રંગો છે પણ મુખ્ય જે સાત રંગ છે તેનાં નામો આપણે ગણાવીએ છીએ. જામલી, ગળી, આસમાની, લીલો, પીળો, નારંગી, અને લાલ.

સાદામાં સાદા ધોળા રંગમાં તે વળી આટલા બધા રંગો ક્યાંથી હોય! એવી શંકા તમે જરાવાર પણ તમારા મનમાં લાવશો નહિ. કારણ કે જે વિદ્વાનોએ આવા શોધો કર્યા છે તેઓએ બધી રીતે પોતાની ખાત્રી કર્યા પછીજ નક્કીપણે લાગતી બાબતો લોકોને જણાવી છે. એ બાબત તમારી

વિશેષ ખાત્રી થવા માટે એક પ્રયોગ તમને કરી બતાવીએ. જેમ આપણે એકલા સફેદ રંગમાંથી સાત રંગ જૂદા પડેલા દીઠા તેમજ જો આ સાત રંગને એકઠા કરશો તો તમને એકલો સફેદ રંગજ જણાશે. વ્યવહારમાં વપરાતા રંગવાના મુખ્ય સાત રંગોને લઇ તમે એકઠા કરશો તો એકત્ર થયેલા જથ્થાનો રંગ ધોળાશ પડતોજ તમને જણાશે. પૂરેપૂરો ધોળો ન જણાવવાનું કારણ એવું છે કે રંગોની બનાવટમાં કુદરતના મુખ્ય રંગોના જેવી પૂર્ણતા અને શુદ્ધિ હજી દાખલ થઈ શક્યાં નથી; તેમજ મિશ્રણ કરવામાં દરેક રંગનું કેટલું પ્રમાણ લેવું તેની પણ ચોક્કસ ખબર પડી શકી નથી. આ શિવાય બીજાં પણ કારણો છે તે અત્ર વિસ્તાર થવાના ભયથી જણાવતા નથી.

આના કરતાં સહેલો અને વધારે ખાત્રી લાયક પૂરાવો આપનાર એક પ્રયોગ વિદ્વાનોએ અક્કલ ચલાવી શોધી કહાડ્યો છે. અને તે વિલાયતમાં તો બાળકોનાં રમકડાંમાંજ આવી જાય છે. જૂદી જૂદી વિલક્ષણ યુક્તિઓથી સપાટાથી ફરે એવી ઉભી ધરીવાળું એક રમકડું હોય છે, તેની ધરીપર એક જાડા કાગળની ચકતી જેનાપર જૂદા જૂદા સાત રંગોના ભાગો વત્તા ઓછા, જરૂરીઆતના પ્રમાણમાં, રંગેલા હોય છે તેને મૂકવામાં આવે છે. સાદી આંખે પેલા જાડા કાગળને ધરીપર મૂકતાં પહેલાં કે ધરી ફેરવતા પહેલાં આપણે જોઇએ છીએ તો તેનાપર જૂદા જૂદા રંગના પટા જણાય છે પણ જેવો તેને પેલી ધરીપર મૂકી ધરીને સપાટાથી ફેરવીએ છીએ કે એ કાગળની આખી સપાટી માત્ર એકજ રંગની અને સ્વચ્છ સફેદ હોય એમજ આપણને લાગે છે. આપણા પેહેલાના અનુભવની સ્મૃતિ આ બીજો દેખાવ ખોટો છે એમ આપણને સાફ જણાવે છે અને આપણી

ચાક્ષુષવૃત્તિ (નજર) તેનાપર વધારે ને વધારે બારીકાઇથી જોય છે, પણ જ્યાં સુધી તે કાગળ ગતિમાં છે ત્યાંસુધી તો આપણને તેનું પૃષ્ઠ સફેદજ જણાય છે.

આ પરિણામ આવવાનું કારણ ઉઘાડુંજ છે. પેલા જાડા કાગળપરના રંગો જ્યારે તે ગતિમાં હોતો નથી, ત્યારે સ્પષ્ટ જૂદા જૂદા દેખાય છે. કારણ કે આંખની અંદર જે જ્ઞાનતંતુનું પડ છે તેનાપર પોત પોતાના ઠેકાણાના પ્રમાણમાં જૂદા જૂદા રંગોની જોડા જોડ હારબંધ છબી પડે છે અને પેલા જ્ઞાનતંતુના પડની પાછળ રહેલી ચાક્ષુષ જ્ઞાનવાહિની મારફતે મગજમાં તે છબીનાં સંસ્કાર લઇ જવામાં આવે છે, ત્યારે આપણને તે પ્રમાણે જોયું એવું જ્ઞાન થાય છે. આ ક્રિયા થતાં કંઇ વધારે વખત જાય છે એમ ધારશો નહિ. આંખના પલકારા કરતાં પણ ઘણી ઓછીવારમાં આ બધું થઇ જાય છે. પરંતુ પેલા જ્ઞાનતંતુના પડનો એવો સ્વભાવ છે કે તેનાપર સામેની કોઇ પણ વસ્તુની જે છબી પડે છે તે છબી તે વસ્તુને ખસેડી નાંખ્યા પછી તરત તેનાપરથી ભુસાઈ જવાને બદલે લગભગ એક સેકન્ડના આઠમા ભાગ જેટલા વખત સુધી ટકી રહે છે. એટલે એક વસ્તુને ખસેડી નાંખી બીજી વસ્તુ $\frac{1}{૮}$ સેકન્ડમાં આંખ આગળ આણીએ, તો પેલી પહેલી વસ્તુની છબી જ્ઞાનતંતુના પડપર પડેલીજ હોય અને તેનાપર આ બીજી છબી પડવાની, અને તેથી બન્ને છબીનો એકત્ર દેખાવ નજરે પડતો હોય એમ મગજમાં ભાન થવાનું. આજ પ્રમાણે આપણી જાડા કાગળની ચકતીના જૂદા જૂદા ભાગપરના જૂદા જૂદા રંગોની છબી આંખના પડપર એક પછી એક બહુ સપાટાથી પડતી હોવાથી, તે બધા રંગોનો એકત્ર સંસ્કાર મગજમાં પડે છે,

અને તેમના મિશ્રણથી ઉપજતો એકજ રંગ આપણે જોતા હોઇએ એવું ભાન થાય છે. આ પ્રયોગોથી આપણી નિર્વિવાદ ખાત્રી થઇ કે, $\frac{1}{10}$ સેકન્ડ જેટલા વખતમાં જેટલી જૂદી જૂદી વસ્તુઓ કે દેખાવો આંખ આગળ આવી જાય છે તેની એકત્ર છબી આપણને જણાય છે; ધોળો અથવા સફેદ રંગ સાત મુખ્ય રંગના મિશ્રણનો બનેલો સંયુક્ત રંગ છે; સૂર્યનું અજવાળું આપણને ધોળું દેખાય છે, છતાં તે પણ વિવિધ રંગોના કિરણોના એકત્ર થવાથીજ બનેલું છે. ત્રણ પાસા (બાજુ) વાળા બિલોર અથવા લોલક વડે એ ધોળા જણાતા અજવાળાનું આપણે પૃથક્કરણ કરી શકીએ છીએ, અને સૂર્યનાં કિરણો વિવિધ રંગોનાં છે એ પણ સાબિત કરી શકીએ છીએ.

રંગોની જાણવાયોગ્ય બાબતો.

દોહરો.

મૂળ વસ્તુ વિધ વિધ નથી, વિધ વિધ વૃત્તિ પ્રકાશ;
મૂળ રંગ વિધ વિધ નથી, વિધ વિધ કિરણ વિલાસ. ૧

આપણે પાછળ જોયું છે કે ધોળો રંગ સાત રંગોનો બનેલો છે, અને તેવા સાત રંગોને, એકઠા કરવાથી, લગભગ ધોળો રંગ બની શકે છે. કુદરતમાં સાત રંગો એકઠા થાય છે ત્યારે સ્વચ્છ ધોળો રંગ થાય છે, પણ આપણા બનાવેલા આ સાત રંગો એકઠા કરવાથી માત્ર ધોળાશ પડતો રંગ થાય છે એનું કારણ તમારી બુદ્ધિમાં ઉતર્યું છે? જુઓ એ શોધી કા'ડવાની રીત તમને બતાવીએ. એક ધરીપર થોડો ભાગ લીલો અને થોડો

ભાગ લાલ હોય એવી બે રંગવાળી જાડા કાગળની ચકતી મૂકો અને ધરીને સપાટાથી ફેરવો. આમ કરવાથી ચકતીપર લીલો કે લાલ બેમાંથી એકે રંગ તમને જણાશે નહિ; પરંતુ એ બે રંગના મિશ્રણને જોતા હો એમ લાગશે. જે રંગ જણાય છે તે એ બે રંગનો મધ્યસ્થ વા સહજ ભૂખરો હોય એવો છે.

વળી તમે જો એક પારદર્શક લાલ કાચ લઇ તેનાપર બીજો એવોજ એક લીલો કાચ મૂકી માંહેથી જોશો તો લાલ અને લીલાનો જેવો એકત્ર રંગ ઉપરના પ્રયોગમાં જણાયો હતો તેવું કશુંએ જણાશે નહિ. તેમાંથી આવતું અજવાળું કેવા રંગનું લાગશે તે તમે ધારી શકો છો? હા. એ કાચોમાંથી જે જે રંગના કિરણો આરપાર નીકળી શકે છે તે તે રંગોનું બનેલું હોય એમ લાગશે. લાલ કાચ પોતાનામાંથી લાલ રંગના કિરણો શિવાય બીજા રંગના કિરણોને અને લીલો લીલા શિવાયના બીજા કિરણોને બહાર નીકળવા દેતો નથી, ત્યારે આપણા લાલ ઉપર લીલા મૂકેલા કાચમાંથી આવતું અજવાળું શું એ બેના એકત્ર રંગ જેવું જણાશે? ના. જુઓ તમે એમ ધારવામાં જરા ભૂલ કરી છે. તેમાંથી અજવાળું આવતુંજ ઘણે ભાગે બંધ થઇ જશે, અને કાચો અપારદર્શક બની ગયેલા લાગશે; કારણ કે જેવાં સૂર્યનાં કિરણો ઉપલા લીલા રંગના કાચપર પડયા કે તે સાત રંગના કિરણોમાંથી માત્ર લીલા રંગનાજ કિરણો તે કાચને ભેદી શકવાના, તથા બીજાં કિરણો બહાર રહી જવાના; પછી પેલા અંદર ગયેલા માત્ર લીલા રંગનાં કિરણો નીચેના લાલ કાચપર રહ્યા પરંતુ લાલ રંગ વગરના બીજા કિરણોને તે કાચમાંથી માર્ગ નહિ મળતો હોવાથી તે તો ત્યાંના ત્યાંજ રહેવાના અને લાલ કાચની

આરપાર કંઈ કિરણો આવી શકવાના નહિ; એટલે એ કાચો-માંથી જોનારને કંઈ પ્રકાશ જણાવવાનો નહિ. આ પ્રમાણે બધા રંગનાં કિરણોમાંથી કોઈ આંખસુધી પહોંચી શકતું નહિ હોવાથી કાચો જાણે આરપાર જોઇ શકાય નહિ એવા થઈ ગયા હોય એમ ભાન થાય છે. આ પ્રમાણે જૂદા જૂદા રંગોના કાચોમાંથી તેમજ કૃત્રિમ (બનાવેલા) રંગોના અણુઓમાંથી પોતપોતાના રંગનાં કિરણોનેજ બહાર નીકળવા દેવામાં આવે છે અને બીજા રંગનાં કિરણોને માંહે શોષી લેવામાં આવે છે. પરંતુ એ ક્રિયા થતી વખતે કુદરતમાં જેવી રંગોની પૂર્ણ શુદ્ધિ નહિ થયેલી હોવાથી બીજા રંગનાં પણ ઘણાં કિરણો બહાર નીકળી આવે છે. અને આવા ગોલ્ડા જેવા નીકળી આવેલાં કિરણો, સાત રંગોનો એકત્ર રંગ જેવો ધોળો થવો જોઇએ તેવો ન થવા દઈ તેમાં ભળી જઈ તેને સહજ ભૂરાશ પડતો કરી નાંખે છે. આ ઉપરથી તમારા લક્ષમાં આવ્યું હશે કે દરેક વસ્તુનો જે જે રંગ જણાય છે તે માત્ર પ્રકાશને લીધેજ છે. આપણે જાણીએ છીએ કે સાધારણ સ્થિતિમાં અજવાળામાં અસંખ્ય રંગીન કીરણો ભળેલાં છે, એ કિરણો જ્યારે પાંદડાદર પડે છે ત્યારે લીલા વગરનાં સઘળાં કિરણો કયાં તો શોષી લેવાય છે કે બીજી કોઈ રીતે તેનો વ્યય કરી નંખાય છે; તથા પેલાં લીલાં રંગનાં કિરણો પાંદડાના જૂદા જૂદા અણુમાંથી અનિયમિત વક્રીભવન પામતાં બહાર આવી આંખપર પડે છે. એટલે આપણને પાંદડાનો રંગ લીલો લાગે છે. દરેક વસ્તુપર પડતાં પ્રકાશનાં કિરણો-માંથી અમુક રંગનાંજ કિરણો અનિયમિત વક્રીભવન પામી બહાર આવે છે અને આંખને લાગે છે તેથી તે વસ્તુ તેજ રંગની છે એમ આપણે કહીએ છીએ પણ આ પ્રમાણે વસ્તુતઃ

કોઈ પણ ચીજને પોતાનો સ્વતંત્ર રંગ નથી. જે રંગ જણાય છે તે માત્ર અજવાળાંના કિરણોનોજ છે. અને દરેક ચીજના રંગમાં ફેર પડવાનું કારણ જૂદાં જૂદાં કિરણોને શોષી લેવાની તે તે વસ્તુની શક્તિ છે.

આર્ય શાસ્ત્રકારોનું એવું મત છે કે 'આ વિશ્વમાંના સર્વ પદાર્થો વસ્તુતઃ જૂદા નથી.' એ સિદ્ધાંત આ રંગના જ્ઞાનથી સિદ્ધ થાય છે. કારણ કે જૂદી જૂદી જણાતી અસંખ્ય ચીજોનો રંગ વસ્તુતઃ જૂદો નથી એમ આપણે ઉપર જોયું, એટલે કે જૂદા જૂદા રંગને લીધે વસ્તુઓનું લાગતું જૂદાપણું ખરૂં નથી પણ માત્ર પ્રકાશના યોગે થતો ભ્રમ છે એમ કહીએ તો ચાલે. વિદ્યાના નિયમથી સિદ્ધ થતા તત્વજ્ઞાનના નિયમો વાસ્તવિક હોવાનો વધારે સંભવ છે.

રંગ સંબંધી ઉપયોગી જ્ઞાન.

ગીતિ.

પોષક શોષક સવિતા, પ્રધાનરૂપે ગણાય જગ-અંગે;
વિવિધ તત્વ સીંચે જે-એક કિરણમાં રહ્યાં વિવિધ રંગે.

સૂર્યનો પ્રકાશ સફેદ જણાય છે પરંતુ જૂદા જૂદા સાત રંગોનો બનેલો છે એ બાબત તો ભિન્ન ભિન્ન પ્રયોગો વડે આપણે પાછળ સિદ્ધ કરી ગયા છીએ. વળી રંગોનું કેવી સારી રીતે પૃથક્કરણ કરી શકાય છે તે પણ આપણે જોયું. હવે રંગસંબંધી હમેશના ઉપયોગમાં આવનારી બીજી કેટલીક બાબતો વિષે આપણે થોડું બોલીશું.

મુખ્ય સાત રંગોમાંના એકને જૂદો કા'ડીએ અને બાકીનાને એકઠા કરવાથી જેવો રંગ થાય તે રંગ પેલા જૂદા કા'ડેલા

એક રંગનો શ્વેતપુરક રંગ કહેવાય છે. કારણ કે જો પેલા એકલા રંગમાં આ મિશ્ર રંગ નાંખીશું તો સફેદ રંગ થશે. કયા રંગનો કયો રંગ શ્વેતપૂરક છે તે આગળ ઉપર જણાવાશે.

કોઇ ભપકાદાર ચળકતા રંગવાળી વસ્તુપર તમે ધારી ધારીને જોશો તો થોડીવારમાં તમારી આંખ ઝંખવાતી હોય એમ તમને લાગશે, એટલે જાણે તે રંગ જોઇને થાકી ગઇ હોય એમ થતું જણાશે. તરતજ બીજા કોઇ રંગની વસ્તુ તરફ તમે નજર કરશો તો તે વસ્તુનો ગમે તેવો રંગ હશે તોપણ તમે પ્રથમ જોયલી વસ્તુના રંગનો શ્વેતપૂરક રંગ તમે જોતા હો એમ તમને લાગશે. આ વાત બહુ ધ્યાન આપવા જોગ છે. દાખલા તરીકે એક લીલી વસ્તુને તમે જોશો તો તમારી આંખના જ્ઞાનતંતુઓ લાલ રંગ જે તેનો શ્વેતપૂરક છે તે જોવાને વધારે તીવ્ર થશે. આ લીલા કાચના કકડામાંથી બારી તરફ થોડી સેકન્ડ તમે જૂઓ, અને પછી કાચનો કકડો પડયો મૂકી એમને એમ જુઓ તો સઘળું ગુલાબીજ ગુલાબી લાગશે. આમ થવાનું કારણ તો હવે તમારા લક્ષમાં બરાબર આવ્યું હશે. વળી જ્યારે લીલા તરફ જોનારી ચાક્ષુષ વૃત્તિ થાકી જાય છે ત્યારે તરતજ લાલ રંગ જોવામાં આવે છે તો તે હોય તેથી વધારે ભપકાદાર લાગે છે.

આ એક ઘેરા ભૂરા રંગનો જાડો કાગળ છે. અને આ બીજો સુંદર નારંગી રંગનો છે. જૂઓ એ બેને તમારા દેખતાંજ ટેબલપર પાથરૂં છું. અને તે દરેક પર વચ્ચે આ સાદા ધોળા નોટપેપરનો અક્કેક કકડો મૂકું છું. આ નોટપેપરનો કકડો એ કાગળોપર મૂકયા પછી કેવા રંગનો દેખાશે વારૂ? શું તમે એમ કહો છો કે નોટપેપર ધોળો છે તે ધોળોજ દેખાશે. લો ત્યારે જૂઓ આ નોટપેપરના કકડાઓ કેવા દેખાય છે!

એક તો જરા પીળાશ પડતો અને બીજો જરા આછો આસ-માની દેખાય છે. કેમ ત્યારે નોટપેપર ધોળોજ દેખાશે એમ ધારવામાં તમે કેવી ભૂલ કરી! હવે પેલા ભૂરા અને નારંગી રંગના કાગળોને બદલે લાલ અને લીલા કાગળોપર નોટ-પેપરના કકડાઓને મૂકો, તો લાલ કાગળપર નોટપેપર લીલો અને લીલાપરનો ગુલાબી જણાશે.

રંગના નિયમોનું આ જ્ઞાન માત્ર ગમતજ આપનારૂં છે, એનો તે વળી વ્યવહારમાં શો ઉપયોગ થઈ શકે, એવી શંકા તમારા મનમાં લાવતા નહિ. જૂઓ એક રંગની પાસે બીજી સાદી વસ્તુ આવે છે તો તે વસ્તુને બીજોજ રંગ હોય એમ જણાય છે. વળી આપણે જોયું કે લીલા પાસે સફેદ અથવા ઝાંખો રંગ હોય તો તે ગુલાબી લાગે છે. ત્યારે આપણા માથાપર જો લીલા રંગની વસ્તુ પહેરી હોય તો તેની પાસે આવેલું આપણું મ્હોં જોનારને ગુલાબી લાગે એ સ્વભાવિક છે; આમ છે તેથી માથાપર લીલા રંગનો પહેરવેશ ધારણ કરનાર માણસ સુકાઇ ગયો હોય તો પણ લોહીઆળ અને સુંદર લાગે છે. આ વાત જાણ્યા પછી હવે જો કોઇ કપડાં વેચનાર તમારો ચહેરો સુંદર ગુલાબી દેખાય એટલા સારૂ ગુલાબી વસ્ત્ર પ-હેરવાની ભલામણ કરે તો તેના અજ્ઞાન તરફ તમને જરૂર હસવું આવશે અને તેની ભૂલ બતાવવાને તમે તૈયાર થશો.

આપણા લોકોને અવલોકન કરવાની ટેવ નહિ હોવાથી આવી બાબતો દરરોજ તેમના જોવામાં આવતી હોવા છતાં, તેનો તેમને ખ્યાલ પણ હોતો નથી, આ ખરેખર શોકજનક છે. ચિતારાઓ પણ કેટલેક પ્રસંગે આવા અજ્ઞાનથી મૂઝાય છે. એવું કહેવાય છે કે આ જમાનામાં સૌથી વધારે પ્રખ્યાત થયેલા ફ્રેંચ કારીગરોમાં **યુજેન ડીલેકોઇક્સ** નામનો એક

હોંશીઆર ચિતારો હતો. એક દિવસે ભપકાદાર પીળા રંગનો પડદો ચીતરવાની તેને ઇચ્છા થઇ. કેટલાક પ્રયત્નો કરી જોયા પણ તે સફળ થયા નહિ. ત્યારે રૂબેન્સ અને વેરોનીસ નામના પ્રખ્યાત ચિતારાઓ કેવી રીતે સુંદર પીળા રંગો કાઢતા તે જોવા લુવ્ર જવાને ગાડી મંગાવી. એવું બન્યું કે પારીસમાં તે વખતની ભાડાની ગાડીઓને ચળકતો પીળો રંગ લગાડવામાં આવતો હતો. અને જેવો તે ગાડીમાં બેસવા જતો હતો કે તે રંગપર તેની નજર પડી. અને તેણે જોયું કે ગાડીના ચળકતા પીળા રંગને લીધે તેના છાંયડાનો રંગ પીળાનો શ્વેતપૂરક ભૂરા રંગપડતો દેખાય છે. જે બાબત માટે તેને આટલી ચેટક લાગી હતી તે એના હાથમાં સહજમાં આવી ગઇ. ગાડીને વદાય કરી પોતાના કામ કરવાના ઓરડામાં આવ્યો. પડદામાંના છાંયડાના ભાગોને ભૂરા રંગથી રંગ્યા અને બાકીના ભાગને સુંદર પીળા રંગ્યા. આ રીતે પોતાની ધારણા પ્રમાણે, જોનારને બહુ ભપકાદાર લાગે એવો પીળો રંગ કરી શક્યો.

વળી આજ કારણથી જે જમીનપર કેસરની પાંતરીઓ વેરાઇ હોય છે તે જમીનનો રંગ ભૂરો લાગે છે. ઈંગ્લંડમાં સ્ત્રીઓની ટોપીનો અને તેપર મૂકવામાં આવતાં ફુલોનો રંગ પસંદ કરવામાં આ જ્ઞાનનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. કઇ સ્ત્રીએ કેવો રંગ પસંદ કરવો તેના સંબંધમાં એક વિદ્વાન્ આ પ્રમાણે જણાવે છેઃ સુંદર વાળવાળી અને સામાન્ય ગોરી બૈરીને ધોળાં ગુલાબી કે રાતાં ફુલવાળી કાળી ટોપી સારી દેખાય છે. કોઇ પણ જાતના ચહેરાને ધોળી ટોપી ચાલશે, પરંતુ ગોરી બૈરીઓને તેમાં ધોળાં કે ગુલાબી કે આસમાની ફુલો સારાં દેખાશે, જ્યારે ઘંઉવર્ણીઓને રાતા, નારંગી કે

પીળાં ફુમતાંઓ ઠીક લાગશે. ગોરાં અથવા ગુલાબી ચ્હેરાવાળીને લીલી ટોપી દીપશે અને તેમાં સફેદ અથવા ગુલાબી ફુલો ખોટાં લાગશે નહિ. ઘંઉવર્ણી સ્ત્રીઓની ચામડીની બહુ પાસે ખુલ્લા રાતા રંગની ટોપી સારી નહિ કારણ કે તેમને માટે ગુલાબી પડતો રાતો રંગ યોગ્ય લાગે છે. ઘંઉવર્ણી બાઈઓને પીળી ટોપીઓ ફાવતી આવે છે અને ભૂરા તથા આસમાની સાજ તેનાપર ઠીક શોભે છે.

ગીથ નામનો વિદ્વાન્ કહે છે કે રંગોમાં એક પ્રકારની નૈતિક અને જ્ઞાન આપનારી ખૂબી રહેલી છે. ખુલ્લા રંગો જોનારનું મન રંજન કરી આનંદ આપે છે, પરંતુ ઘેરા રંગો માણસના મનને ઉંડા વિચારમાં નાંખી દે છે. આમ થવાનું કારણ રંગમાં રહેલું છે કે માત્ર વિચારોના સંબંધથીજ એમ થાય છે, એ નિર્ણય કરવાનું કામ મુશ્કેલી ભરેલું છે. તોપણ થોડે ઘણે દરજ્જે એમ લાગે છે કે માણસના મનમાં જૂદા જૂદા ભાવો ઉત્પન્ન કરવામાં રંગનો કંઈ ખાસ ગુણ કારણરૂપ હોય તેના કરતાં જૂદા જૂદા રંગો જોડે જૂદી જૂદી કલ્પનાઓનો સંબંધ ઘણા વખતથી ચાલ્યો આવે છે એ વધારે બળવાન કારણ હોવું જોઈએ.

જૂદા જૂદા રંગો વિવિધ ભાવોની નિશાની તરીકે વાપરવામાં આવે છે. ઈંગ્લંડ વગેરે દેશોમાં ધોળો રંગ સત્યતાનો; લાલ રંગ પ્રેમનો, લીલો સુખાકારીનો અને ભૂરો પશ્ચાતાપનો ભાવ બતાવે છે.

આર્ય શાસ્ત્રકારોએ પણ રંગો અને તેથી ઉપજતા ભાવોનું કારણસહિત વર્ણન કર્યું છે. જેનો કંઇક સાર આ ઠેકાણે આપીએ છીએ. ધોળો રંગ સત્વગુણનો સૂચક છે. બ્રાહ્મણોમાં ઘણું કરીને સત્વગુણની પ્રધાનતા હોય છે તેમજ તેમનો રંગ ધોળો હોય છે. શુક્ર નામનો ગ્રહ જાતે ધોળો

છે તેમજ તે શરીરમાં રહેલા પ્રજોત્પત્તિ દ્રવ્ય, જે પણ ધોળું છે. તેનો અધિપતિ ગણાય છે. માણસના શરીરમાં વહેતું લોહી લાલ હોય છે. અને મંગળના ગ્રહનો રંગ પણ લાલ છે એ તો આ જમાનાની શોધથી પણ ઠર્યું છે. આથી એ મંગળનો ગ્રહ લોહીનો અધિપતિ ગણાય છે તે પણ સકારણજ હોવું ઘટે છે. વળી લોહીથી શૌર્ય પ્રકટે છે અને તેથી જે માણસના ગ્રહમાં મંગળ બળવાન્ હોય છે તે શૂરવીર થાય છે એ સ્વભાવિક છે. રક્તવર્ણ (લાલરંગ) રજોગુણનો સૂચક છે અને તેથી ગૃહસ્થાશ્રમમાં ઘણા લાલ પદાર્થોનો ઉપયોગ કરવાનું વિધાન કરવામાં આવ્યું છે. કપાળમાં રાતો કંકુનો ચાંલ્લો, કસુંબારંગની પાઘડી વગેરે લાલ રંગના પદાર્થો સાધારણ રીતે વાપરવામાં આવે છે, તેમજ લગ્ન પ્રસંગે નાડાછડી, મિંઢળ વગેરે લાલ પદાર્થોનો એજ નિયમથી ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. રજોગુણને બતાવનાર લાલ રંગ કામને જાગ્રત કરનાર હોવાથી કામદેવનાં બાણો પણ ઘણાં ખરાં એજ રંગનાં વર્ણવવામાં આવ્યાં છે. લીલો રંગ પણ રજોગુણ સૂચક છે. એનો અધિપતિ પોપટીઆ રંગવાળો બુધ છે. વૈશ્ય પ્રજાનો અધિપતિ બુધ ગણાય છે, કારણ કે વૈશ્ય પ્રજામાં રજોગુણ વધારે પ્રમાણમાં હોય છે. કાળો રંગ તમોગુણનો સૂચક છે. ભય અને શોક એ તમોગુણનાં કાર્યો છે. અને તેથી કાળો રંગ ભય ઉપજાવે એ સ્વાભાવિક છે. પાસેના સગાના મરણ પ્રસંગે, હિંદુ લોકોમાં કાળા રંગની પાઘડી પહેરવામાં આવે છે. દરેક પ્રજા શોકનાં પ્રસંગમાં કાળો રંગ પસંદ કરે છે. કાળા રંગનાં ઝાડો પણ શોકના ચિહ્નોરૂપ ગણાય છે. સાઇપ્રસ ઝાડને ઈંગ્રેજ લોકો મરણસૂચક અને વીલો નામનાં વૃક્ષને વિષાદસૂચક ગણે છે.

દેશી વૈદ્યક શાસ્ત્રમાં જૂદા જૂદા રેાગીએ જૂદા જૂદા રંગનાં વસ્ત્ર પહેરવા સંબંધમાં ઘણું કહેલું છે. રાતા રંગનાં વસ્ત્રો વાયુ તથા કફને હરનાર હેાવાથી શિયાળામાં, ભગવાં વસ્ત્ર પિત્ત હણનાર હેાવાથી ઉનાળામાં, અને ધેાળાં વસ્ત્રો ગરમીના નિવારક તથા સમશીતેાષ્ણ હેાવાથી વર્ષાઋતુમાં પહેરવાં લાભકારક ગણાય છે. આ રીતે રંગેાના તત્વેાનું જ્ઞાન આ દેશમાં ઘણા કાળથી રેાગનિવૃત્તિમાં તથા દેાષેાની સમઅવસ્થા રક્ષવામાં કામે લગાડવામાં આવ્યું છે. તેમજ હાલમાં પાશ્ચાત્ય શેાધકેાએ પણ વ્યાધિનિવૃત્તિમાં રંગના વિવિધ પ્રયેાગેા કરી તેમના ગુણ અવગુણનેા અનુભવ કર્યો છે; અને વૈદક વિદ્યાની હાલની જાણીતી પદ્ધતિઓમાં રંગથી રેાગ મટાડવાની ક્રોમેાપેથી નામની એક નવી પદ્ધતિનેા ઉમેરેા કર્યો છે.



દૂરબીન.*

દોહરો.

ચાર નેત્ર વિદ્વાનનાં, કહે છે જગત તમામ;
દૂરબીન કેરૂં શું કરે, હજાર આંખો કામ? ૧

કેટલાંક સાધનોવડે આંખની જોવાની શક્તિ વધે છે. તેમાં સાધારણ આંખથી નબળી આંખોની શક્તિ વધારનાગં ચશ્માં છે. પરંતુ સારી આંખવાળાને ઘણે દૂરના અને પાસેના ઘણા ઝીણાં પદાર્થો જોવાને બની શકે તેટલા માટે દૂરબીન અને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રનો શોધ કરવામાં આવ્યો છે. આ યંત્રોના શોધથી માણસ જાતનાં જ્ઞાનમાં અને સુખમાં એટલો તો વધારો થયો છે કે તેને માટે જે માણસોએ તે શોધી કાઢ્યાં છે તેમને જેટલો ધન્યવાદ આપીએ એટલો ઓછો છે. નબળી આંખવાળાં હજારો માણસોને જે એક ઈશ્વરી બક્ષીશ જેવાં થઇ પડેલાં ચશ્માને ઈ. સ. ના ચૌદમા સૈકામાં ઇટાલીના ફ્લોરેન્સ શહેરમાં રહેનાર સાલ્વિનો નામે ગૃહસ્થે શોધી કાઢ્યાં હતાં. દૂરબીનની ઉત્પત્તિના સંબંધમાં એમ કહેવાય છે કે યૂરોપ ખંડમાં હોલંડ નામે દેશમાં મિડલબર્ગ કરીને એક શહેર છે તેમાં એક ચશ્મા બનાવનાર રહેતો હતો. તેને એક છોકરો હતો, તે એક દહાડો પોતાના બાપની દુકાનમાં બેશી પોતાના દરેક હાથમાં અંગુઠા અને તેની પાસેની આંગળીની વચમાંના કુંડાળામાં એકેક ગોળ કાચ મૂકી, તેમાંથી રમતમાં આવે જોતો હતો. તે બે કાચને કોઇવાર એક એકથી દૂર ખસેડતો અને કોઇવાર પાસે લાવતો. એ રીતે બે કાચમાંથી જોતાં દુકાનની સામેનાં

* આ વિષય 'અનેક વિદ્યા મૂળ તત્વ' પરથી લીધો છે.

દેવળનું શિખર ઉંધું પણ ઘણું પાસે અને ઘણું મો'ટું દેખાયું. આ નવી ચમત્કારી વાત તેણે તેના બાપને કહી. બાપને ઘણો અચંબો લાગ્યો. પછી તેના બાપે બે કાચ લઇ આગળ પાછળ સરકે એવી રીતે તેમને એક ચોકઠામાં ગોઠવ્યા. આ રીતે દૂરબીનનો પહેલો નમુનો થયો. એ વેળા ઇટાલિ દેશના ટસ્કની શહેરમાં ગેલિલીયો નામે મોટો પંડિત રહેતો હતો, જેનું નામ અર્વાચીન ખગોળ વિદ્યામાં ઘણું પ્રખ્યાત છે. તેને આ યુક્તિ નીકળ્યાની બાતમી મળ્યાથી તેણે એ યંત્રને પૂર્ણ અવસ્થામાં લાવવાનો ઠરાવ કરી પોતાનું મન લગાડ્યું. તેણે નળીમાં કાચ બેસાડી પેહેલું દૂરબીન બનાવ્યું. અને તે વડે આકાશમાં જોતાં અદ્ભુત દેખાવો તેની નજરે પડ્યા. આ દૂરબીનની મદદથી બૃહસ્પતિતી આસપાસ ચાર ઉપગ્રહ દેખાયા, તથા સૂર્યના બિંબપર ડાઘા જણાયા. વળી જૂદે જૂદે વખતે તે' ડાઘા સૂર્યના બિંબપર જૂદે જૂદે ઠેકાણે દેખાયા તેથી ખાત્રી થઇ કે સૂર્ય પણ પોતાની ધરીપર ફરે છે. તેમજ ચંદ્ર તરફ જોતાં તેના બિંબપર પર્વતો દેખાયા અને ખીણો જણાઈ અને પેહેલાં ન દેખાયલા એવા કેટલાક તારાઓ એ યંત્રથી દેખાવા લાગ્યા. આ પ્રસાણે આ યંત્રની મદદથી ખગોળ વિદ્યાનો પાયો પશ્ચિમ તરફના દેશોમાં નંખાયો. આ શોધ ઈ. સ. ના ૧૭ મા સૈકામાં થયો, ત્યાર પછી અનેક જાતનાં ના'ના મો'ટા સુધારા દૂરબીનની બનાવટમાં દાખલ થયા છે, અને હવે તે ઘણીજ સારી અવસ્થામાં આવ્યું છે.

દૂરબીન વડે દૂરના પદાર્થો વિદ્વાન પુરુષોના જોવામાં આવ્યાથી ગ્રહો વગેરેની ગતિનો અને તેમના આ પૃથ્વી સાથેના સંબંધનો વિચાર કરવાની તક મળી. ભરતખંડમાં

ઘણા વર્ષોપર ખગોળ અને જ્યોતિષ્ વિદ્યાના શોધો થયેલા જણાય છે. પરંતુ તે વખતના આ દેશના લોકોએ દૂરબીન જેવા ક્યારે યંત્રની મદદથી એ જ્ઞાન મેળવ્યું હશે કે કેમ તે કહી શકાતું નથી. પરંતુ તે સંબંધી પુસ્તકોપરથી એટલું જણાય છે કે દૂરબીનના ઘાટ અને તત્ત્વને મળતું એવું કોઇ સાદુ યંત્ર તેઓ વાપરતા હશે.

ડા. હર્શલ નામે એક વિદ્વાન થઈ ગયો છે તેણે એક દૂરબીન બનાવ્યું છે. તેમાંથી પદાર્થ અસલ કરતાં છ હજાર ઘણો મો'ટો દેખાય છે. એ દૂરબીનથી શનિ અને તેનો ઉપગ્રહ વગેરે એટલા તો સ્પષ્ટ દેખાય છે કે નરી આંખે તેવા સ્પષ્ટ જોવા હોય અને એ ગ્રહ જે દિશામાં છે તે દિશામાં જો જઇ શકાતું હોય તો એંશી કરોડ માઇલ દૂર જવું પડે, અને એટલે છેટે જવાને દર કલાકે ૫૦ માઇલ પ્રમાણે ૧૮૦૦ વર્ષ લાગે. ત્યારે દૂરબીન એ આંખને અંતરિક્ષમાં ઘણે દૂર લઇ જનારૂં એક વાહન છે એમ કહીએ તો તે યોગ્ય ગણાશે. એજ પ્રમાણે નિખર્વ માઇલ દૂરનાં નક્ષત્રો, તારાઓ વગેરે આ યંત્ર વડે જોઇ શકાય છે. આ પ્રમાણે એ યંત્ર મારફત મળેલાં જ્ઞાનથી માણસને અદ્ભુત સામર્થ્ય પ્રાપ્ત થયું છે.



*વિદ્યા–કલાનો અદ્ભુત પ્રભાવ.

Across the seas the Sailless vessel flies,
Throughout the land the steadless chariot plies;
High over the wave the Menai wonder strides,
While man walks dryshod here beneath the tides;
Words speed like thought along the electric rod,
Proud Science is abroad in the semblance of a god.

મનહર છંદ.

શઢ વિના આગબોટ, ઘોડા વિના આગગાડી,
જળને જમીનપર વેગથકી વિચરે;
ઉદધિ તરંગપર અચંબા અનેક ચાલે,
કોરે પગે જુઓ જન જાય છે પાણી તળે;
વિચારને વેગે સમા–ચાર તાર મ્હાંય જાય,
જુઓ ચમત્કાર સાર અપાર કલા કરે;
વિદ્યાકલાનો ઘુમંડ વાધ્યો કેવો વિશ્વમાહીં,
દેવતાઇ કામ, દેવી વિદ્યાકલા આદરે. ૧

પશ્ચિમના દેશોમાં વિદ્યા–કલાનું જ્ઞાન પ્રસર્યું તે પહેલાં તે દેશોના લોકોની સ્થિતિ બહુ વિલક્ષણ હતી. આજની સ્થિતિના સુખનો અને તે વખતની અઘવડોનો વિચાર કરીએ તો એ સ્થિતિ વચ્ચે આસમાન અને જમીનનું અંતર જણાય છે. તે વખતમાં વિદ્યા–કલાના અજ્ઞાનને લીધે ખાવા-પીવાની, ઓઢવા પહેરવાની અને જૂદી જૂદી જાતની મોજ શોકની વસ્તુઓનો કેવળ અભાવ હતો. એક સ્થળેથી બીજે સ્થળે જવાને, સંદેશા કહાવવાને, વસ્તુઓ લઇ જવા લાવવાને

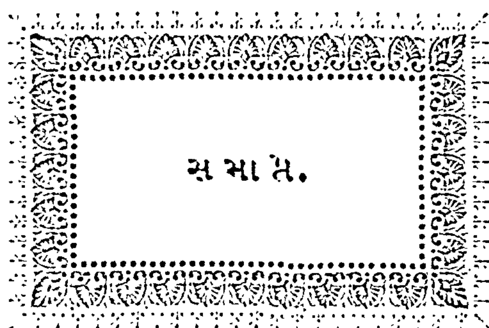
* આ વિષય અનેક વિદ્યા મૂળતત્વપરથી લીધો છે.

તે વખતે સુગમ સાધનો નહતાં. એકંદરે તે સ્થિતિ અધવ-ડોથી ભરેલી હોવા સાથે ઘણે દરજ્જે જંગલી જેવી હતી. જૂદા જૂદા લોકોમાં કેવી કેવી રીતભાત ચાલે છે, જૂદી જૂદી રીતભાતનો શો હેતુ છે વગેરે એક બીજાના જાણવામાં આવતું નહતું; અને એક ભાગમાં રહેલા લોકો બીજા ભાગમાં શું થાય છે, તે જાણવાની દરકાર પણ કરતા નહતા. પરંતુ હાલની તેમની સ્થિતિ કેવળ બદલાઇ ગઇ છે; અને તે વિદ્યા-કલાના જ્ઞાનનોજ પરિણામ છે. એ જ્ઞાનના બળથી જૂદાં જૂદાં સુખનાં અને ઉપયોગી સાધનોનો સદભાવ થયો છે, એટલુંજ નહિ પણ મોજશોકના પદાર્થોનો વધારો થયો છે અને સુધારાનો જબરો પાયો નંખાયો છે. પશ્ચિમનાજ દેશોને માત્ર આ લાભ થયો છે એમ નથી, પણ સર્વ દેશોને એ જ્ઞાનથી લાભ થયો છે એમ કહેવું જોઇએ; કારણ કે સર્વ દેશોને થોડે ઘણે દરજ્જે તેનાં સારા ફળ ચાખવાની તક મળે છે. આ જમાનામાં વિદ્યા-કલાના પ્રતાપથી જે ઉત્તમ સુખ મળે છે તેનું વર્ણન કરવા કરતાં ઇંગ્રેજીમાં એક વિદ્વાને લખ્યું છે તેજ કહીએ. એ કહે છે કે કોઇ પણ માણસ પોતાના મન સાથે નીચે પ્રમાણે વિચાર કરે તો તે ગેર-વ્યાજબી ગણાશે નહી:—

'હું આજે મારા ઘરમાં જે સુખ અને સગવડો ભોગવું છું તે કેટલાંક વર્ષ પહેલાં મો'ટા રાજાઓ પણ ભોગવવા પામતા નહોતા. આ દુનિયામાં ઉપભોગની તથા મોજશોકની જે જે વસ્તુઓ જૂદા જૂદા દેશોમાં થાય છે તે મારે માટે લઇ આવવા વહાણો દરિયામાં ફરે છે. ચીન દેશના લોકો મારે માટે ચાહના છોડ વાવી તેનાં પાંદડાં તોડીને સૂકવે છે. અમેરિકાના લોકો મારે માટે રૂ ઉછેરે છે. ઇટાલિ દેશના

લોકો મારે માટે રેશમના કીડા પાળી રેશમ બનાવે છે. સાક્સની પ્રાંતના રહેવાસીઓ મારે માટે બકરાનું ઉન કાતરે છે, અને ઈંગ્લંડના લોકો મારે પહેરવા ઓઢવાને માટે જૂદી જૂદી જાતનાં લૂગડાં વણે છે, મારે સારૂ ચપ્પુઓ, છરા, વાસણો વગેરે ધાતુનો સામાન અને હાંડીઓ, આરસીઓ, વગેરે બિલોરી સામાન બનાવવાના કામમાં હજારો લોકો લાગી રહેલા છે. તેમજ ધાતુઓ જમીનમાંથી કા'ડી તેને સાફ કરવાનું કામ સેંકડો લોકો લઇ બેઠા છે. મારી કમાઇ થોડી છે પણ મારા કાગળો લઇ જવા લાવવાને ટપાલના સિપાઇઓ ચોતરફ દોડે છે. અને તાર મુકનારાઓ દુનિયાના ગમે તે ભાગમાં મારો સંદેશો પહોંચાડવાને તૈયાર બેઠેલા છે. શિયાળામાં મારે તાપવાને કોલસા જોઇએ, તે માટે મો'ટી મો'ટી ઊંડી ખાણો ઉઘાડવામાં આવી છે. દુનિયાપરના જૂદા જૂદા દેશો જોવા જવાને મારે સારૂ આગગાડીઓ અને સ્ટીમરો તૈયાર છે. એ ઉપરાંત સુખ ભોગવવામાં મને હરકત ન પડે અને ઇજા ન થાય તેટલા માટે કેટલુંક લશ્કર તથા કેટલાંક લડાઇના વહાણો રખવાળી કરે છે. તેમજ મારા સંબંધમાં આવનાર અને ન આવનાર લોકોમાં ચાલતી જાણવાજોગ બાબતોની અને દુનિયામાં બનતા ચમત્કારો તથા સારા માઠા બનાવોની ઉપરા ચાપરી ખબરો મને આપવાને વર્તમાનપત્ર ચલાવનારાઓ દરરોજ વર્તમાનપત્રો છાપી મારાપર મોકલે છે. વળી પ્રતિદિવસ બહાર પડતાં નવાં પુસ્તકો અને પ્રસિદ્ધ થયેલાં પુસ્તકો તો વિલક્ષણ અને અદભુત જ્ઞાન આપવા માટે તૈયાર છે. તેઓવડે મરજીમાં આવે તે દેશ અને કાળમાં હું જોઇ શકું છું ટુંકામાં એક ચક્રવર્તી રાજા જે સુખ ભોગવે તે સુખ હું ભોગવું છું?"

ઉપરનું વર્ણન અક્ષરે અક્ષર ખરૂં છે. આ જમનાના માણસને મળતા દરેકે દરેક સુખનું જો વર્ણન કરવા બેશીએ તો પાર આવે નહિ; તેથી ટુંકાણમાં ઉપલું વર્ણન કર્યું છે. ઈશ્વર કૃપાથી વિદ્યા-કલાનું જે જ્ઞાન માણસને મળ્યું છે, તેથી તેની શક્તિ એવી અદ્ભુત રીતે ખીલી છે કે દરેક માણસ જાણે મોટો રાજા હોય એવાં સાધનો તેને મળી શકે છે.



અંગ્રેજી શબ્દો સહિત કઠિન શબ્દોના અર્થો.

અન્નનળી–Alimentary Canal. મ્હોડામાંથી જે નળીવાટે ખાધેલું પેટમાં જાય છે તે.
અપારદર્શક–જેની આરપાર જોઇ શકાય નહિ એવા.
અભેદ્ય–ન ભેદી શકાય એવું. Impregnable.
અવકાશો–ખાલી જગાઓ.
*અવાહક–Non-conductor.
અસંયુક્ત–Unmixed–એકત્ર થયેલા નહિ એવા.
આકર્ષણ–Attraction–પોતાની તરફ ખેંચવું તે.
આન્દોલન–Vibration–આમ તેમ હાલવારૂપ ગતિ.
આર્દ્રત્વચા–Mucous Membrane શરીરના અંદરના ભાગની ચામડી, જે હમેશાં ભીની અને કુમળી જ રહે છે.
ઉપકરણ–Apparatus–વિદ્યાકલાના નિયમો સમજવા સમજાવવા માટે તથા પ્રયોગો કરવા માટે વપરાતી સર્વ વસ્તુઓ.
ઉષ્ણતા–ગરમી.
ઐહિક–આ દુનિયાપરનું.
કૂર્ચા–Cartilege.
કેશવાહિનીઓ–Capilliares–ઝીણી ઝીણી લોહીની વાહિનીઓ.
કંપ–હાલવું તે.
ગાંઠો–Glands.
ગુરુત્વાકર્ષણ–Force of Gravitation–પૃથ્વીની આકર્ષણ કરવાની શક્તિ.
ઘનપદાર્થ–Solid–નક્કર વસ્તુ.
ઘર્ષણ–Friction–એકનું બીજા સાથે ઘસાવું.
જ્વાળાગ્રાહી–Combustible–સળગી ઉઠે તેવું.
જીજ્ઞાસા–નવું નવું જાણવાની ઇચ્છા.
ટોચ–Apex.
તરંગ–મોજું (પાણીનું.)
દ્રવ્ય–Material–વસ્તુ.
ધમની–Artery.
નાવિક–વહાણ ચલાવનાર.
નિજ–પોતાના.
ન્યૂનાધિકતા–ઓછુંવત્તું.
પટને–પડદાને.
પરા કરી–ખસેડી.
પુનરાવર્તન–પાછું ફેરવવું.
પ્રકાશ–અજવાળું.

---

* આ અને એવા બીજા શબ્દોનું પુસ્તકમાં વિવેચન કરવામાં આવેલું હોવાથી અત્ર માત્ર ઇંગ્રેજી અર્થોજ આપ્યા છે.

પ્રતિરોધ–સામું બળ.
પ્રતિહનન–દૂર કાઢવું.
પ્રમોદહીન–આનંદ વગરનું. [શકે તેવું
પ્રવાહી–Liquid–જળની માફક વહી
પારદર્શક–Transparent–આરપાર
પ્રાન્ત–છેડો. [જોઇ શકાય એવું.
પૃથક્કરણ–Analysis–છૂટું પાડવું.
પ્લીહા–Spleen–તલ્લી.
મધ્યલાગી–Centripetal.
મધ્યબિંદુ–Centre.
માર્ગસ્થ–રસ્તામાં આવેલું.
મોદ–આનંદ.
યકૃત–Liver–કલેજું.
રસાયનાકર્ષણ–Chemical Affinity–જે શક્તિથી જૂદા જૂદા પદાર્થોના આણુઓ એકત્ર થઇ નવો સયોગી પદાર્થ બને છે તે.
રહસ્ય–Secret.
હૃદય–Heart–રૂધિરકોશ.
વક્રીભવન–Refraction–સીધી લીટીથી જરા આડો માર્ગ લેવો તે.
વ્યતિકર–બનાવ.
વર્તુલ–Circle.
વાગ્રજ્જુઓ–Vocal Cords.
વાતાવરણ–પૃથ્વીને ચારે બાજુ ઘેરી રહેલો હવાનો સમૂહ.
વાણીસ્થાન–કંઠ અથવા ગળાની અંદરના તથા મ્હોટાની અંદરના ભાગો જે વડે બોલાય છે તે.
વાયુચક્રશાસ્ત્ર–Metereology.
વાયુરૂપ પદાર્થ–Gas.
વાયુશોષક યંત્ર–Air-pump–કોઇ પણ વસ્તુમાંથી વાયુ શોષી લેવા માટે બનાવેલું યંત્ર.
વાળંદ–હજામ.
વાહક–Conductor.
વિદ્યુજ્જનક યંત્ર–Electrophorus જે વડે વિજળી ઉત્પન્ન થાય છે તે.
વિદ્યુત્‌શાસ્ત્રી–વિજળીના નિયમોનું જ્ઞાન ધરાવનાર.
વિશ્લેષક–Insulator–એક પદાર્થમાંથી બીજા પદાર્થમાં વિ[illegible] વહી જતી અટકા[illegible] પદાર્થ,–જેવો કે કા[illegible]
શ્વાસ પ્રશ્વાસ–Respiration–શ્વાસ અથવા દમ અંદર લેવાની અને બહાર કહાડવાની ક્રિયા.
શારીરિક ઉષ્ણતા–Animal Heat–શરીરમાં રહેલી ગરમી.
શિરાઓ–Veins–નાડીઓ.
શિલ્પી–Architect–મકાનો વગેરે બાંધવાની વિદ્યા જાણનાર.
શ્વેતપૂરકરંગ–Complimentary–[Colour.
સતેજ–જાગ્રત.
સ્તંભ–Column.
સ્થાન–ઠેકાણુ.
સ્નાયુ–Muscle.
સમતલ–Level–સમપૃષ્ઠ.
સમતોલ–બે બાજુએ સરખાં રહેનાર, એક તરફ ઢળી ન પડે તે.

સમય—વખત.
સમાંતર—Parellel.
સ્વભાવ સત્તા—Nature—કુદરત.
સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર—Microscope—ઝીણામાં ઝીણી વસ્તુઓ જે સાદી આંખે જોઇ શકાતી નથી તે જોવા માટે બનાવેલું યંત્ર.
સંબંધાકર્ષણ—Cohesion—જે બલવડે પદાર્થોના અણુઓ એકઠા રહેછે તે.
સંયોગીકરણ—Synthesis—જૂદા જૂદા પદાર્થોને એકત્ર કરવા તે.
સંયોગી પદાર્થ—Compound—જૂદા જૂદા શુદ્ધ પદાર્થોના સંયોગથી બનેલો પદાર્થ.
સંસર્ગ—સહવાસ—સોબત.
ક્ષિતિજ—Horizon—દૃષ્ટિ મર્યાદા.
જ્ઞાનતંતુ—Nerve.
જ્ઞાનવાહિની—Nerve.